14. OKTOBER 1927 HEFT 42

FUNK BASTLER

FACHBLATT DES DEUTSCHEN FUNKTECHNISCHEN VERBANDES E. V.

Der Strobodyne-Empfänger — ein guter alter Bekannter

Das Stroboskop. — Das Goldschmidtsche Tonrad. — Strobodyne alias Tropadyne.

Von

Dr. Gehne.

Wieder einmal ertönt der Ruf „Heureka" aus Amerika — eine neue Schaltung, ein vollkommen neues Prinzip für den Superheterodyne-Empfang ist gefunden („the appearence of the Strobodyne marks a new epoche in superheterodyne") — und getreulich und pünktlich beginnt schon im Blätterwalde der deutschen Zeitschriften und Firmenprospekte andächtiges Antwortrauschen.

Sollen wir mitrauschen? — Sollen wir schweigen?...

Keines von beiden scheint uns richtig. Richtig dagegen scheint uns, die von drüben kommende Botschaft zunächst einmal zu prüfen, statt sie unbesehen an unsere Leser weiterzugeben. Übrigens scheint es, als habe die Wiege der neuen Schaltung gar nicht in Amerika, sondern in Frankreich gestanden, aber sie mußte wohl erst den Weg über den Ozean antreten, um als „letzte Sensation", als „dernier cri de nouveauté", von dort zu uns kommend die gebührende Beachtung zu finden.

Um feststellen zu können, was an dieser Schaltung wirklich grundsätzlich Neues ist, müssen wir uns zunächst einmal etwas mit ihrem Namen und seiner Bedeutung beschäftigen. Der Name „Strobodyne" ist in Anlehnung an den Namen eines bekannten physikalischen Apparates, „Stroboskop" gebildet und soll andeuten, daß es sich beim Strobodyne-Empfang um ähnliche Erscheinungen handelt, wie sie das Stroboskop zeigt. Der Name Stroboskop stammt aus dem Griechischen und bedeutet wörtlich übersetzt etwa: Dreheher. In seiner ursprünglichen Form ist das Stroboskop ein Vorläufer des Kinematographen. Eine Scheibe (Abb. 1 a) ist am Umfang mit Löchern L versehen. Unter jedem Loch befindet sich das Bild eines Körpers, z. B. eines Pendels, in verschiedenen Bewegungsstadien. Läßt man diese Scheibe vor einem Spiegel rotieren und betrachtet von rückwärts durch die Löcher ihr Bild im Spiegel, so sieht man eine Reihe von Momentbildern, die sich zu dem Eindruck eines bewegten Körpers zusammensetzen.

Eine besondere praktische Bedeutung hat das Stroboskop in folgender Form und Anwendung gefunden. Auf einer runden weißen Scheibe S (Abb. 1 b) ist mit schwarzer Farbe ein radialer Strich a angebracht. Diese Scheibe kann mit beliebig einstellbarer Geschwindigkeit um ihren Mittelpunkt rotieren. Bei schnell rotierender Scheibe ist von dem schwarzen Strich nichts mehr zu sehen, er verschwimmt zu einem gleichmäßig grauen Schatten. Macht man den Versuch aber in einem dunklen Raume und erleuchtet die Scheibe nur für einen ganz kurzen Augenblick (Blitzlicht) oder betrachtet man sie bei gleichmäßiger Beleuchtung durch einen sich nur für einen ganz kurzen Augenblick öffnenden Schlitz, Blende o. ä., so ist der Strich scharf zu sehen, die Scheibe scheint stillzustehen (Prinzip der Momentphotographie).

Wir wollen jetzt den Versuch dahin abändern, daß wir statt einer einmaligen blitzartigen Beleuchtung, in ganz regelmäßigen Zeitabständen folgende momentane Beleuchtungen anwenden. Nehmen wir zunächst einmal an, die Scheibe mache in der Sekunde 50 Umdrehungen und die Zahl der Lichtblitze in der Sekunde sei gleichfalls 50, so macht die Scheibe zwischen je zwei Lichtblitzen gerade eine

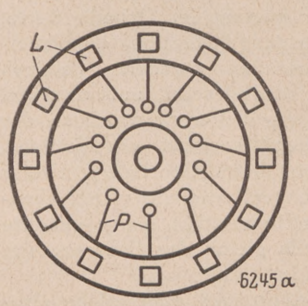


Abb. 1a.

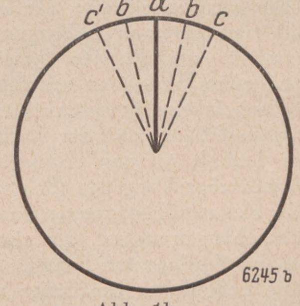


Abb. 1b.

ganze Umdrehung, jeder Lichtblitz trifft die Scheibe in der gleichen Stellung, sie scheint dauernd stillzustehen. Erfolgen die Lichtblitze gerade in dem Augenblick, in dem die Scheibe die in Abb. 1 a dargestellte Stellung hat, so gewinnt der Beschauer stets den Eindruck der Abb. 1 a, obwohl die Scheibe 50 Touren in der Sekunde macht. Überlegen wir nun, was geschieht, wenn die Zahl der Belichtungen in der Sekunde nicht gleich der Tourenzahl ist. Lassen wir die Tourenzahl 50 bestehen und wählen als Anzahl der Belichtungen in der Sekunde 49. Die erste Belichtung erfolge in der Stellung a Abb. 1 b, dann folgt die zweite Belichtung nicht wie vorher nach $^1/_{50}$ Sekunde, sondern ein klein wenig später, inzwischen hat sich die Scheibe über die Stellung a (Abb. 1 b) in die Stellung b gedreht, der nächste Blitz folgt wiederum etwas verspätet, die Scheibe ist wiederum ein Stückchen vorgelaufen und steht nun in c usw., nach einer vollen Sekunde erfolgt die Belichtung wieder bei Stellung a. Man gewinnt nunmehr den Eindruck, daß die Scheibe nicht mehr stillsteht, sondern langsam im Uhrzeigersinne rotiert, und zwar genau eine Umdrehung in der Sekunde macht. Wählt man die Beleuchtungsfrequenz noch langsamer, also 48 Blitze in der Sekunde, so sieht man leicht, daß dann der Eindruck einer Scheibe entsteht, die zwei Umdrehungen in der Sekunde vollführt usw., man sieht, die scheinbare Umlaufzahl ist gleich der wirklichen Umlaufzahl minus der Belichtungsfrequenz

(50 — 49 = 1, 50 — 48 = 2, allgemein $n_1 - n_2 = n$). Ebenso wird man leicht einsehen, daß, wenn die Beleuchtungsfrequenz größer gewählt wird als die Tourenzahl, dann die Scheibe zwischen zwei Beleuchtungen nicht Zeit findet, eine ganze Umdrehung zu machen, also beim zweiten Blitz der schwarze Strich sich noch vor der Anfangsstellung, also z. B. in b', befindet, man gewinnt dann den Eindruck einer langsam gegen den Uhrzeigersinn umlaufenden Scheibe. Es gilt hier das gleiche Gesetz, nur daß jetzt n_2 größer ist als n_1, also $n_2 - n_1 = n$.

Von dieser Erscheinung macht man beispielsweise Gebrauch, um die Periodenzahl eines Wechselstromes zu bestimmen. Man betrachtet eine solche rotierende Scheibe im Lichte einer Glimmlampe, die bekanntlich in jeder Periode des Wechselstromes einmal aufleuchtet. Reguliert man nun die Tourenzahl der Scheibe so ein, daß sie scheinbar stillsteht, dann muß die Tourenzahl gleich der Belichtungsfrequenz, also auch gleich der Periodenzahl sein. Die Umlaufzahl der Scheibe ist leicht mit Uhr und Tourenzähler zu bestimmen.

Auf dem gleichen Prinzip beruht der stroboskopische Schlüpfungsmesser. Setzt man eine solche Scheibe auf die Achse eines von Wechselstrom betriebenen Motors und macht die Anzahl der regelmäßig verteilten Striche gleich der Polzahl des Generators, dann muß diese Scheibe im Lichte einer an den Wechselstrom angeschalteten Glimmlampe betrachtet, anscheinend stillstehen, wenn der Motor mit dem Generator synchron läuft. Bleibt er dahinter zurück, findet also Schlüpfung statt, so scheint je nach dem Grade der Schlüpfung die Scheibe langsam rückwärts zu laufen. Auch bei der Synchronisierung der Sende- und Empfangsapparate für Bildtelegraphie macht man von einer ähnlichen Methode Gebrauch.

Die stroboskopische Methode besteht im Grunde darin, daß man einen periodischen Vorgang (Rotation) in Einzelmomente zerlegt, ihn gewissermaßen zerhackt, dadurch wird seine Frequenz scheinbar herabgesetzt, und zwar ist die scheinbare Frequenz gleich der Differenz zwischen der ursprünglichen und der Zerhackungsfrequenz, ein Vorgang, der lebhaft an das erinnert, was beim Überlagern zweier periodischer Vorgänge (Schwingungen) entsteht, wobei ebenfalls aus zwei Frequenzen eine dritte entsteht, die sogenannte Schwebungsfrequenz, die ebenfalls gleich der Differenz der beiden überlagerten Frequenzen ist.

Es liegt daher die Frage nahe, ob man eine solche stroboskopische Methode nicht auch zur Frequenzwandlung elektrischer Schwingungen benutzen kann. Das ist tatsächlich der Fall und eine darauf beruhende Methode existiert bereits seit langer Zeit und dient dazu, ungedämpfte Schwingungen in hörbare zu überführen. Sie ist in der deutschen Patentschrift 257 141 von R. Goldschmidt aus dem Jahr 1911 niedergelegt.

Abb. 2 stellt eine ungedämpfte Schwingung dar von beispielsweise 20 000 Perioden in der Sekunde. Eine solche

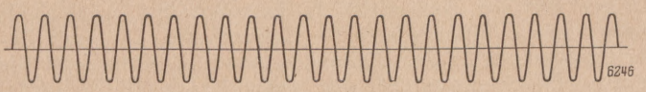


Abb. 2.

Schwingung kann nicht direkt hörbar gemacht werden. Schaltet man aber in den Empfangskreis einen sehr schnell laufenden Unterbrecher ein, der den Stromkreis in der Sekunde 19 000 mal für ganze kurze Zeit schließt, so kann von jeder einzelnen Schwingungsperiode nur ein Bruchteil zur Wirkung kommen; da die Frequenz der Unterbrechungen kleiner ist als die der Schwingungen, erfolgt die Unterbrechung jedesmal in einer anderen Phase der Schwingung, denn zwischen je zwei Stromschlüssen liegt etwas mehr als eine Periode der Schwingung. Die stark ausgezogenen Linien der Abb. 3 sollen diejenigen Teile der Schwingung andeuten, die auf den Empfänger zur Wirkung kommen.

Es sind einzelne abgehackte Stromstöße verschiedener Größe und Richtung. Zuerst erfolgt ein teils positiver, teils negativer Stoß mit der Gesamtwirkung Null, dann ein schon überwiegend positiver Stoß, dann ein rein positiver, dann ein solcher größerer Stärke usw., dann nimmt die Stärke der Stöße wieder ab und es folgen negative Stöße usw. Zieht man die sich aus diesen Stößen ergebenden resultierenden Stromkurven in Form der punktierten Linie, so sieht man, daß diese eine Schwingung kleiner Frequenz darstellt. Genau wie vorhin ist diese Frequenz gleich der Differenz

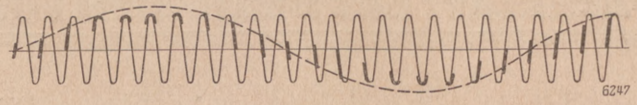


Abb. 3.

der ursprünglichen Frequenz, vermindert um die Zerhakkungsfrequenz. Wählt man sie also, wie vorhin angegeben, zu 20 000 und 19 000, so ergibt die Differenz 1000, d. h. die Frequenz eines hörbaren Tones.

Der schnellaufende Unterbrecher, der zur Zerhackung der Stromkurve praktisch benutzt wurde, war ein sehr schnelllaufendes Rad mit einer großen Zahl Kontakte. Diese Vorrichtung, das „Goldschmidtsche Tonrad", hat eine sehr wichtige Rolle als Hilfsmittel zum Tonempfang ungedämpfter Schwingungen gespielt, bis es durch die einfachere Methode der Überlagerung, die das schwingende Audion darbot, ersetzt wurde.

Jedenfalls aber beruht das Goldschmidtsche Tonrad auf einer stroboskopischen Methode; untersuchen wir nun, wie weit das beim Strobodyne-Empfänger der Fall ist.

Nach den Angaben des Einsenders soll beim Strobodyne-Empfänger die Frequenzwandlung in folgender Weise vor sich gehen: Die ankommenden Schwingungen sollen einem Kreise zugeführt werden, der periodisch kurzgeschlossen wird, so daß der Empfang aussetzt. Das wäre also durchaus ein dem oben geschilderten ähnlicher Vorgang. Dieses periodische Kurzschließen soll dadurch bewirkt werden, daß der Empfangskreis zwischen Gitter und Kathode einer Röhre gelegt wird und nun dem Gitter abwechselnd positive und negative Spannungen zugeführt werden. Bei positiven Gitterspannungen erhält die Strecke Kathode—Gitter eine bestimmte Leitfähigkeit, während bei negativer Gitterspannung der Widerstand dieser Strecke praktisch unendlich groß wird. Die bei positiver Gitterspannung auftretende Leitfähigkeit soll nach der Behauptung des Einsenders für die hochfrequenten Empfangsschwingungen einen Kurzschluß darstellen. Erzeugt werden die positiven und negativen Gitterspannungen dadurch, daß die Röhre in einer Schwingungserzeugerschaltung arbeitet und die Schwingungen um den Punkt der Röhrencharakteristik erfolgen, der der Gitterspannung Null entspricht.

Die Schaltung, mit deren Hilfe das bewirkt werden soll und die also das eigentlich typische der Strobodyneschaltung bildet, zeigt Abb. 4. L_4 C_3 ist der auf die Empfangsschwingungen abgestimmte Kreis, dem die Schwingungen der Empfangsantenne direkt oder, wie auch bei anderen Superheterodyneschaltungen üblich, über eine Vorröhre zugeführt werden.

Die Brückenschaltung L_1 L_2 C_1 C_2 stellt zusammen mit der Rückkopplungsspule L_3 die Oszillatorschaltung dar, durch die Konstanten dieses Kreises ist demnach die Frequenz bestimmt, mit der der Gitterkreis periodisch kurzgeschlossen werden soll.

Wenn man sich darüber Rechenschaft geben will, wie weit eine im Schaltbild gegebene Anordnung neu ist und wodurch sie sich eigentlich von anderen bekannten Schaltungen unterscheidet, so tut man gut daran, das gegebene Schaltbild einmal umzuzeichnen und es auf einen Normaltyp zu bringen. Dieser sehr fruchtbaren Methode wollen wir uns auch im vorliegenden Falle bedienen. Abb. 5 stellt das umgezeichnete Schaltbild dar, es enthält trotz des ge-

änderten Aussehens, wie man sich leicht überzeugen kann, genau die gleichen Verbindungen wie das Schaltbild nach Abb. 4; die entsprechenden Schaltungsteile führen die gleichen Bezeichnungen.

Das eingezeichnete Schaltbild kommt uns bereits einigermaßen bekannt vor, es erinnert an die bekannte Tropadyneschaltung.

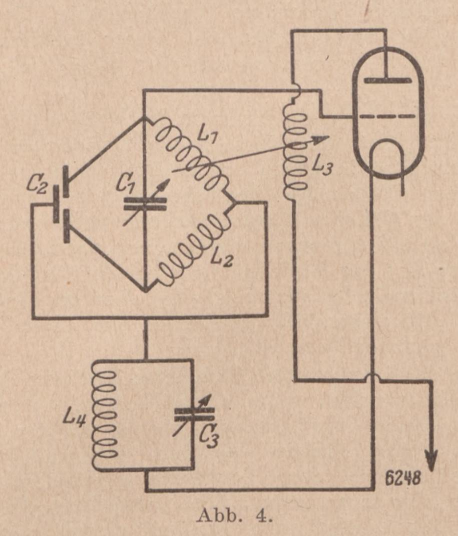


Abb. 4.

Wie groß die Ähnlichkeit ist, ergibt ein Vergleich mit Abb. 6, in der die normale Tropadyneschaltung dargestellt ist. Sie unterscheidet sich von der Abb. 5 einmal dadurch, daß das in Abb. 5 punktiert gezeichnete Stück fehlt, und daß andere Stücke, die in Abb. 6 punktiert gezeichnet sind, neu hinzukommen.

Sehen wir zunächst einmal von diesen Zufügungen ab. Die in Abb. 5 punktiert gezeichnete Anordnung stellt einen Ausgleichskondensator oder Differentialkondensator dar, bestehend aus zwei festen Platten und einer dritten gegen diese beweglich angeordnete Platte. Diese Anordnung hat lediglich den Zweck, die Fehler auszugleichen, die sich ergeben, wenn die Anzapfung der Spule L_1 L_2 nicht genau im elektrischen Mittelpunkt vorgenommen ist; der Ausgleichskondensator gestattet dann, die elektrische Symmetrie herzustellen.

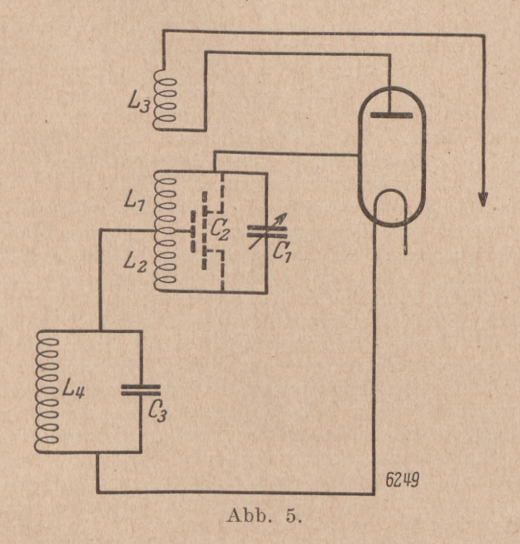


Abb. 5.

Diese Anordnung stellt aber keineswegs eine besondere Eigentümlichkeit der „Strobodyneschaltung" dar, sie ist vielmehr für ähnliche Zwecke wiederholt benutzt und besonders auch von verschiedenen Seiten in dieser oder ähnlicher Form für den Tropadyne-Empfänger vorgeschlagen worden. Es sei z. B. auf den Aufsatz von A. Cl. Hofmann in Heft 4 des „Funk-Bastler", Jahr 1927, auf S. 53 ff. verwiesen, der zahlreiche Beispiele für derartige Modifikationen der Tropadyneschaltung bringt. Als einziger Unterschied zwischen der alten bekannten Tropadyneschaltung und der Strobodyneschaltung, dem „years greatest radio circuit", bleibt also der Kondensator C_g und der Hochohmwiderstand W_g der Tropadyneschaltung (Abb. 6) bestehen, welche beiden Elemente in der Strobodyneschaltung (Abb. 5) fehlen. Was bedeutet das für die Wirkungsweise beider Schaltungen?

Die Strobodyneschaltung soll, wie bereits dargelegt, angeblich in folgender Weise wirken: Der Kreis L_1 L_2 C_1 bewirkt zusammen mit der Rückkopplungsspule L_3, daß die Röhre Schwingungen erzeugt, infolgedessen das Gitter abwechselnd positiv und negativ wird und bei positiver Ladung einen Empfangskreis L_4 C_3 periodisch kurzschließt; der Empfang wird dadurch rhythmisch zerhackt. Der hierdurch bewirkte stroboskopische Effekt bewirkt die Frequenzwandlung, ohne die bei den sonstigen Superheterodyneschaltungen eine Gleichrichtung erforderlich wäre.

Die Wirkung der Tropadyneschaltung wird bekanntlich wie folgt erklärt: Der Kreis L_1 L_2 C_1 bewirkt genau wie beim Strobodyne zusammen mit der Rückkopplungsspule L_3, daß die Röhre Schwingungen erzeugt; diese von der Röhre erzeugten Schwingungen setzen sich mit denen vom

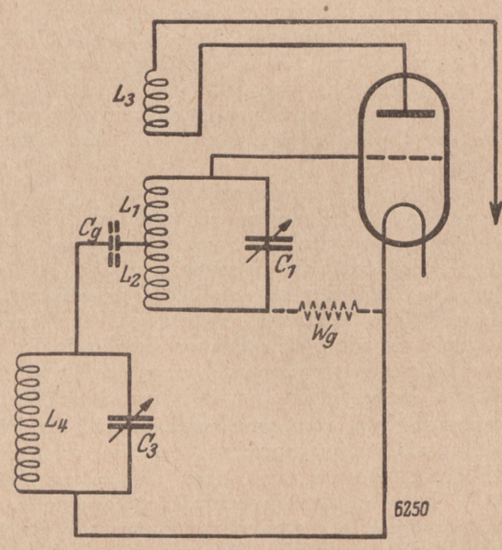


Abb. 6.

Empfangskreise L_4 C_3 gelieferten zusammen, so daß auch die Gitter zwei Schwingungen verschiedener Frequenz erwirken, die zusammen Schwebungen bilden. Um die Schwebungsfrequenz zu erhalten, muß Gleichrichtung erfolgen, darum ist der Gitterkondensator C_g und Gitterwiderstand W_g vorhanden, wodurch die Röhre als Audion arbeitet. Diese Gleichrichtung könnte prinzipiell anstatt durch die Audionschaltung auch durch Anodenstromgleichrichtung erfolgen, es würden dann C_g und W_g fortfallen und dem Gitter müßte eine Vorspannung aufgedrückt werden derart, daß die Röhre in der Nähe der unteren oder oberen Krümmung der Charakteristik arbeiten würde.

Weder die eine noch die andere Art der Gleichrichtung ist angeblich bei der Strobodyneschaltung vorhanden. Diese soll vielmehr abwechselnd im Bereich positiver und negativer Gitterspannungen arbeiten. Die Behauptung aber, daß die bei positiver Gitterspannung eintretende Leitfähigkeit der Strecke Kathode—Gitter (Einsetzen des Gitterstroms) einen Kurzschluß darstelle, erscheint reichlich kühn.

Es ist eine bekannte Regel, daß man, um reine unverzerrte Verstärkung zu erhalten, die Vorspannung einer Röhre so wählen muß, daß man stets im Bereich negativer Gitterspannungen arbeitet. Beachtet man diese Regel nicht, so werden infolge der bei positiver Gitterspannung durch den Gitterstrom auftretende Spannungsverluste die positiven Amplituden weniger verstärkt als die negativen (Verzer-

rung). Eine solche unsymmetrische Verstärkung ist aber weiter nichts als eine wenigstens teilweise Gleichrichtung. Detektor, Audion, Gleichrichterschaltung, alle diese Gleichrichtungsmethoden beruhen lediglich darauf, daß positive und negative Amplituden ungleich stark zur Wirkung kommen. Dennoch wirkt auch eine abwechselnd im Bereich negativer und positiver Gitterspannungen arbeitende Röhre als Gleichrichter und damit fällt jeder Grund fort, für die Wirkung der Strobodyneschaltung eine so gezwungene Erklärung heranzuziehen. Es ergibt sich vielmehr eine durchaus ungezwungene Erklärung, wenn man sie in gleicher Weise wie die Tropadyneschaltung erklärt, indem man ebenso wie dort annimmt, daß die von der Röhre selbst erzeugten Schwingungen sich mit den Empfangsschwingungen zu Schwebungen zusammensetzen und die Schwebungsfrequenz selbst durch Gleichrichtung erhalten wird.

Der Unterschied besteht dann lediglich in der Art der Gleichrichtung und der „entirely new circuit" entpuppt sich als guter alter Bekannter, als Tropadyneschaltung mit einer, rein äußerlich betrachtet, sehr geringfügigen Modifikation in der Art der Gleichrichtung. Hierzu ist übrigens zu bemerken, daß der Vorschlag, Gitterkondensator und Gitterableitwiderstand wegzulassen, nicht einmal neu ist, vielmehr ist das, wenn auch nur in Form einer kurzen Andeutung, z. B. im „Radio-Amateur", Jahr 1926, auf S. 493 vorgeschlagen worden. Auch dort ist keine besondere Gittervorspannung angegeben. Es mag dahingestellt bleiben, ob hier (vielleicht auch beim Strobodyne) die Gleichrichtung durch den Knick der Charakteristik oder durch den Gitterstrom bedingt wird.

Die soeben gegebene einfache und ungezwungene Erklärung der sogenannten Strobodyneschaltung steht auch keineswegs mit den Angaben des Erfinders im Widerspruch, daß die Amplitude der lokalen Schwingungen groß sein sollte, noch damit, daß die Gleichrichtung vielleicht unvollkommen ist, denn Schwebungen kommen ebensowohl zustande bei gleicher Amplitude wie bei ungleicher Amplitude der beiden zusammenarbeitenden Frequenzen, und es genügt für ihr Zustandekommen durchaus eine nur teilweise Gleichrichtung.

Man kann natürlich, wenn man durchaus will, die Wirkung der Schaltung als stroboskopisches Verfahren erklären, eine solche Erklärung könnte man aber mindestens mit dem gleichen Recht der Ultradyneschaltung zugrunde legen. Ein Anlaß dazu besteht weder im einen noch im andern Falle, wenn eben nicht der Wunsch, die Schaltung als absolut originell erscheinen zu lassen, einen solchen Anlaß bildet.

Damit, daß wir der Strobodyneschaltung den einen Anspruch, als umwälzende Neuerung aufzutreten, aberkannt haben, ist natürlich nichts über die Brauchbarkeit der Schaltung gesagt. Es ist durchaus möglich, daß die Besonderheiten, durch welche sie sich von den üblichen Tropadyneschaltungen unterscheidet, eine Verbesserung darstellen. Das muß durch Vergleichsversuche geprüft werden. Grundsätzlich ist das außerordentlich einfach. Man schließe bei einem normalen Tropadyne-Empfänger den Gitterkondensator der Oszillatorröhre kurz und entferne den Ableitwiderstand und schon hat man die grundsätzliche Strobodyneschaltung.

Die Erfinder der Strobodyneschaltung geben aber an, daß die so entstehende Schaltung wenig selektiv sei und erklären das damit, daß die zeitweilige Kurzschließung des Empfangskreises eine starke Dämpfung bewirke. Das klingt durchaus plausibel, denn selbstverständlich bedeutet der bei positiver Gitterspannung einsetzende Gitterstrom eine Dämpfung. Sie vermeiden diesen Übelstand dadurch, daß sie die Kopplung zwischen Empfangskreis und Oszillatorröhre möglichst lose machen, indem sie entweder die Spule des Empfangskreises anzapfen und nur einen Teil der Windungen in den Gitterkreis schalten oder die Ankopplung mittelbar über einen besonderen Zwischenkreis bewirken. Übrigens liegt auch hierin durchaus keine besondere Eigentümlichkeit der Strobodyneschaltung, denn ähnliche Zwischenkopplungen sind auch schon für Tropadyneschaltungen in Vorschlag gebracht worden[1]). Auch diese Abänderungen sind leicht bei einem vorhandenen Tropadyne-Empfänger anzubringen. Bei Vergleichsversuchen wäre dann festzustellen, ob die dem Strobodyne-Empfänger besonders nachgerühmte Selektivität nicht etwa im wesentlichen auf dieser besonders losen Kopplung beruht, was zunächst sehr wahrscheinlich anmutet.

Um aber eine ganz einwandfreie Nachprüfung zu ermöglichen, sollen auch die wesentlichen Eigenheiten der gesamten Schaltung in einem anschließenden Aufsatz mitgeteilt werden. Die einzigen bemerkenswerten Abweichungen gegenüber den üblichen Tropadyneschaltungen bestehen, um das noch einmal zusammenzufassen, nur darin, daß einmal eine andere Art der Gleichrichtung bei der Oszillatorröhre benutzt wird und allenfalls noch in der oben erwähnten losen Kopplung; Abweichungen, von denen, wie oben dargelegt, nicht eine prinzipiell neu ist.

Wie sich diese Änderungen bewähren, ist Sache der Nachprüfung. Aber selbst wenn diese Nachprüfung ein glänzendes Ergebnis liefert, haben wir es nicht mit einem „durchaus neuen Prinzip" zu tun, sondern bestenfalls mit einer kleinen, aber bewährten Veränderung eines guten alten Bekannten zu tun. Eine Darstellung, die das zum Ausdruck bringt, wird auch dem mit einem bescheidenen Maß von Fachkenntnissen ausgerüsteten Funkliebhaber das Verständnis erleichtern und ihn anregen, mit seinem etwa vorhandenen Tropadyne-Empfänger systematische Versuche zur weiteren Vervollkommnung anzustellen. Eine solche Darstellung erscheint fruchtbarer, sie ist allerdings weniger — amerikanisch!

Die Dresdner Funkausstellung.

Eine Bastelschau. — Lichtbilder- und Experimentalvorträge.

Auf der Dresdner Funkausstellung werden die beiden führenden Funkvereine des Dresdner Sendebezirks, der Funkverein Dresden E. V. und der Arbeiter-Radio-Club Dresden mit ihrer Bastelschau vertreten sein. Die Reichspostdirektion hat ihr Unterstützung zugesagt und die Reichs-Rundfunk-Gesellschaft wird in Verbindung mit der Mitteldeutschen Rundfunk A.-G. durch Anschauungsbilder für den Rundfunk werben. Der Deutsche Funktechnische Verband hat weitest gehende Unterstützung und Förderung zugesagt, ebenso wie die Österreichische Radio-Verkehrs-Gesellschaft sich durch Beschickung der Ausstellung zum Gedanken großdeutscher Funkgemeinschaft wirksam bekennt.

Die Bastelschau der beiden Funkvereine wird von einer Prüfungs- und Prämiierungskommission geleitet, der u. a. Universitätsprofessor Dr. Esau angehört. Geld- und Ehrenpreise werden für die besten Arbeiten in Aussicht gestellt. Eine funktechnische Abteilung wird von einem wissenschaftlichen Ausschuß bearbeitet, der sich unter dem Vorsitz von Prof. Siegert gebildet hat. Prof. Dr. Dolze wird mit Lehrmitteln der von ihm verwalteten physikalischen Sammlung des Mädchengymnasiums zu Dresden-Neustadt einen funktechnischen Lehrgang zeigen, an den sich eine Ausstellung der neuesten funktechnischen Erfindungen, z. B. auf dem Gebiete der Kurzwellen- und Bildfunktechnik, anschließen soll. Außerdem sind allgemeinverständliche Vorträge über „Herstellung, Anwendung und Wirkungen sehr kurzer elektrischer Wellen", „Röhrenmessungen" „Netzanschlußgeräte" geplant; Experimentalvorträge finden statt über „Rundfunkakustik", „Schwingungslehre" und über „Das Elektron". Weiter folgen Vorträge über „Rundfunk und Presse", „Rundfunk und Esperanto", „Wie bekomme ich guten Empfang?" und über „Wechselstromröhren".

Während der Ausstellung findet der Verbandstag der Funkhändler, der Bezirksverbandstag des Funktechnischen Verbandes Dresden und der Verbandstag des Arbeiter-Radio-Clubs statt.

[1]) Vgl. z. B. „Radio-Amateur", Jahr 1925, S. 686, Abb. 5.



Ein Neutrodyne mit Niederfrequenz-Dreifachröhre

Von
Josef Malavasie, Strelitz-Alt i. M.

Der Aufsatz von E. Schwandt, „Schaltungen mit Mehrfach- und Doppelröhren", in Heft 3 des „Funk", Jahr 1927, hat mich veranlaßt, in meinen Dreiröhren-Ledion-Neutrodyne-Empfänger an Stelle der Audionröhre eine Loewe-Dreifachröhre einzubauen, womit ich die Empfangsanlage zur ausgezeichneten Leistungsfähigkeit brachte.

Die im Aufsatz von Schwandt angegebene Schaltung zweier Hochfrequenzstufen mit der Loewe-Dreifachröhre sei zum besseren Verständnisse in Abb. 1 nochmals wiedergegeben. Das Potentiometer ist nicht eingezeichnet.

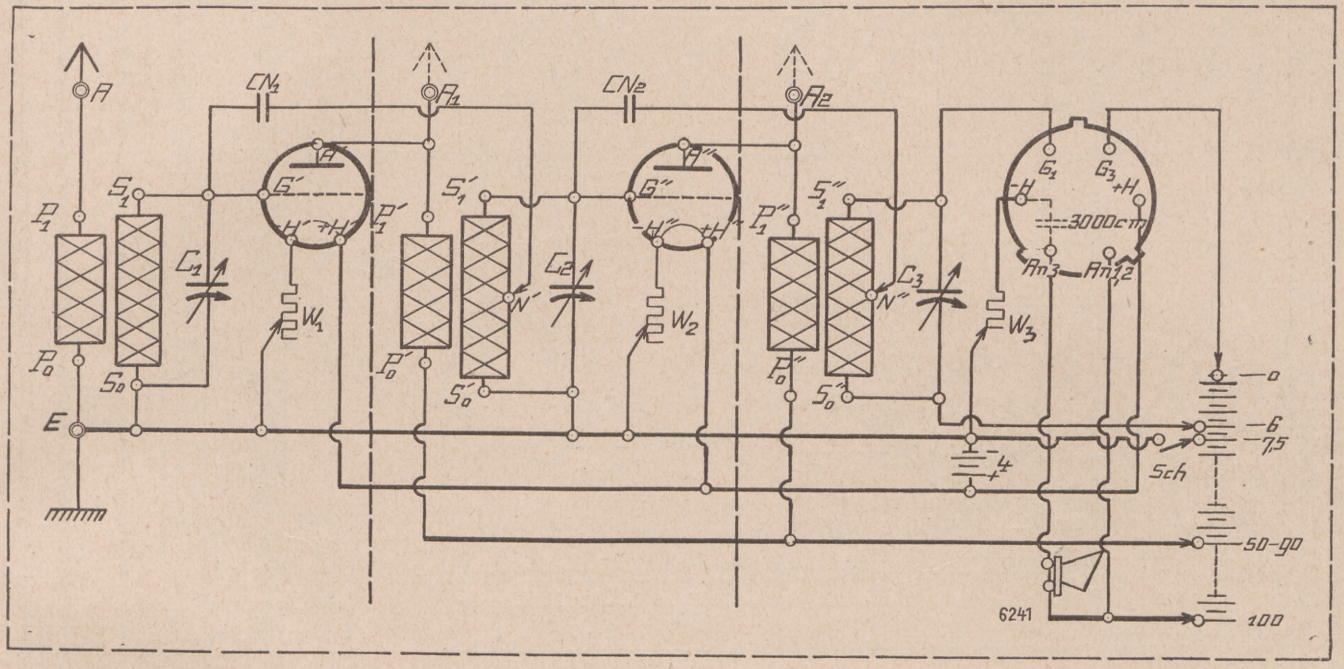


Abb. 1.

Wem der Geldbeutel eine Ausgabe von etwa 150 M. nicht gestattet, der kann sich die Kosten auf etwa 100 M. ermäßigen, indem er eine Hochfrequenzröhre mit den zugehörigen Kopplungselementen wegläßt. Die wegzulassenden Elemente sind in Abb. 1 zwischen den eingezeichneten Strichlinien eingeschlossen. Man erhält dann also einen „Vierröhren"-Neutrodyne-Empfänger.

Das Gerät bringt fast sämtliche europäischen Sender im Lautsprecher je nach der Stärke und Entfernung vom Empfangsort mehr oder weniger laut zu Gehör. Zum Einbau eignen sich besonders die mit Paneel und aufklappbarem Deckel versehenen Kästen sogenannter amerikanischer Bauart. Zu empfehlen ist auch die Verwendung von Kondensatoren mit gerader Frequenzlinie und von Skalen mit großem Durchmesser (etwa 100 mm) oder noch besser Feineinstellskalen. Die Anwendung von besonderen Feineinstellsplatten an den Kondensatoren ist nicht vorteilhaft. Als Hochfrequenzröhren habe ich die RE 064 im Gebrauch. RE 144 ergaben zwar einen lauteren Empfang, aber die Anlage neigte dann sehr leicht zum Schwingen. Der Heiz- und Anodenstromverbrauch ist bei Anwendung der RE 144 bedeutend größer, wogegen mit RE 064 äußerste Betriebsersparnis erzielt werden kann. Selbstverständlich kann man auch jede andere Hochfrequenzröhre mit gutem Erfolg benutzen. Bei etwa auftauchender Pfeifneigung ist es empfehlenswert, zwischen den Spulen Blechplatten anzubringen, die, um unerwünschte Kurzschlüsse zu vermeiden, zwischen zwei Papplagen festgeklemmt werden können. Die Blechplatten sind mit der Erd- oder mit der Minusheizleitung zu verbinden. Um unübersehbare Rückwirkungen zu vermeiden, sind die Leitungsdrähte möglichst voneinander entfernt zu halten und Parallelführungen, besonders der Gitter- und Anodenzuführungen zu unterlassen. Kreuzungen der Drähte sollen in Mindestentfernung von 1 cm erfolgen. Falls Ledionspulen benutzt werden, so ist, wenn keine Schirmplatten benutzt werden, auf ihre minimale Achsenentfernung von 25 cm und zueinander senkrechte Anordnung der Spulen zu achten, wenn man gegenseitige Kopplung verhindern und an Lautstärke nicht einbüßen will[1]).

Die Anschaffungskosten lassen sich um einige Mark herabsetzen, wenn man die Ledionspulen mittels eines Spulenwicklers (siehe Seite 64 des „Funk", Heft 4, Jahr 1927) selbst wickelt.

Auch die Steckleisten zu den Tropaformern wird sich der Bastler aus einer etwa 11 cm breiten Trolitplatte ohne viel Mühe selbst schneiden und mittels zweier Bananensteckergriffe und genügend langer Schrauben auf das Paneelbrett montieren können. Eine kurze Anleitung zum Selbstwickeln der Spulen und Anfertigung von Steckleisten gibt E. Schwandt in seinem letztgenannten Aufsatz.

In Abb. 2 ist die Bohranweisung für die Frontplatte des Vierröhrengerätes gegeben. Die eingeschriebenen Maße sollen jedoch nur einen Anhalt geben. Aus derselben Abbildung ist die günstigste Aufstellung der Einbauteile auf dem Paneel und der Frontplatte zu ersehen. Abb. 3 soll die zweckmäßige Anordnung der Einzelteile auf dem Paneelbrett und auf der Frontplatte des Fünfröhrenempfängers andeuten.

Nachdem die Frontplatte fertiggebohrt und mit Hilfe versenkter Schrauben an das Paneelbrett befestigt, Kondensatoren, Heizwiderstände, Telephonbuchsen u. dgl. ange-

[1]) Es sei hierbei auch auf die Ausführungen von E. Schwandt auf Seite 578 in Heft 29 des „Radio-Amateur", IV. Jahrgang, in dem Aufsatze: „Bauanleitung für einen Dreiröhren-Neutrodyne-Empfänger mit Ledionspulen" hingewiesen. Zum vollständigen Verständnis vorliegender Zeilen ist ein Durchlesen dieses Aufsatzes erforderlich.

Abb. 2. I = — Hzg., + 7,5 V; II = + 100 V; III = + Hzg.; IV = 0 V; V = 50 bis 90 V; VI = + 6 V; a, b, c, d sind Kopfhörer- bzw. Lautsprecheranschlüsse. Die mit RR bezeichneten Buchsen dienen bei Rahmenempfang zum Anschluß des Rahmens. Die Sekundärspule (S_1 S_0) des Antennentransformators wird in diesem Falle nicht benutzt und statt dessen werden an die Klemmen S_1 und S_0 des Parallelkopplers die von RR kommenden Leitungen angelegt. Diese Leitungen werden an ihren Enden zweckmäßig mit Bananensteckern versehen, welche bei Hochantennenbenutzung in die in das Paneelbrett verkehrt eingelassenen Buchsen t, t eingestöpselt werden.

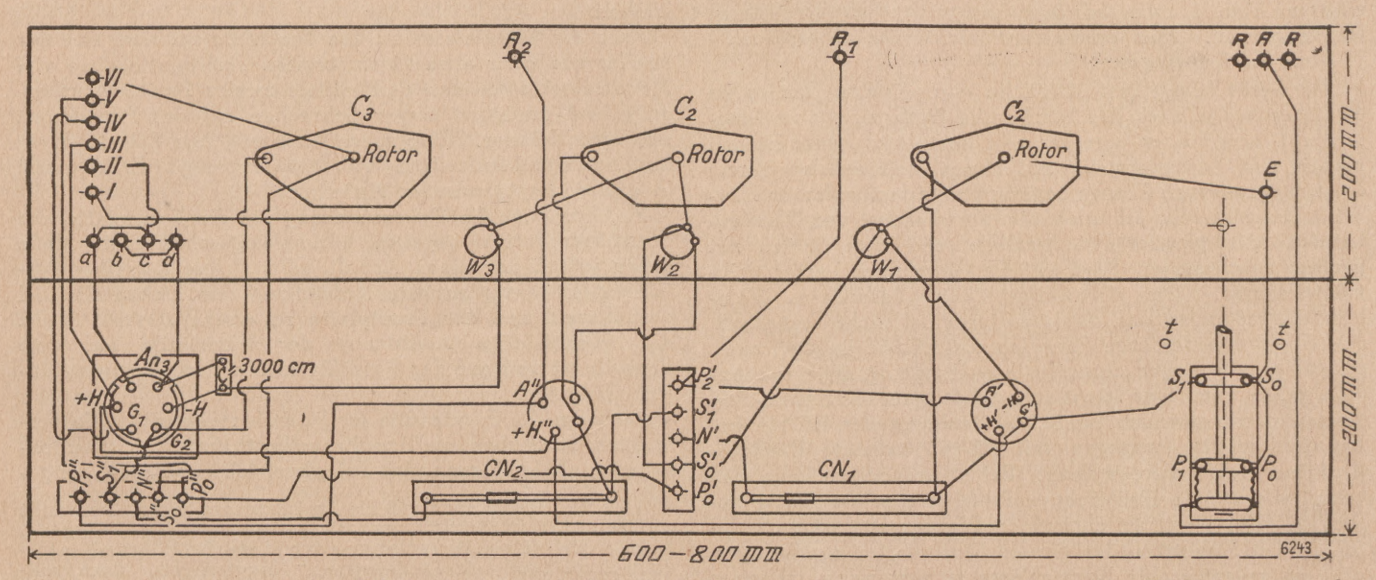


Abb. 3. In A_1 bzw. in A_2 wird der Antennenstecker eingestöpselt, falls man nur mit der zweiten Hochfrequenz- und der Loewe-Röhre bzw. nur mit der letzten empfangen will.

bracht sind (über den Zweck einzelner Buchsen geben die Abb. 2 und 3 Aufklärung), gehe man an die Ausführung der Drahtverbindungen gemäß Abb. 2 bzw. Abb. 3.

Die Anodenbatterie von etwa 90 bis 120 Volt Gesamtspannung muß von 1 bis 9 Volt eine Unterteilung zu je 1,5 Volt zur Abnahme der Gittervorspannung besitzen. Zur Verbindung der Batterien mit den entsprechenden Buchsen am Apparat bedient man sich zweckmäßig einer siebenteiligen Batterieschnur und eines Sechsfachsteckers.

Die Loewe-Röhre kann, da die Heizfäden die volle Spannung eines 4 Volt-Akkumulators gut vertragen können, ohne Vorschaltwiderstand mit den Akkumulatorklemmen verbunden werden. Wer jedoch eine Verringerung der Leistungsfähigkeit und der Lebensdauer der Röhre infolge der starken Stromstöße beim Einschalten befürchtet, der schalte einen Widerstand von 10 bis 20 Ohm in die Minusheizleitung der Röhre ein (W_2 in Abb. 1, 2, 3), der jedesmal nach dem Empfang ausgeschaltet und vor dem Empfang erst eingeschaltet wird, nachdem man den Hauptschalter Sch (Abb. 1) eingedreht hat.

An den freien Enden der Batterieschnüre sollen, um falsche Anschlüsse zu vermeiden, Papierschilder mit entsprechenden Bezeichnungen angebracht werden. Hat man

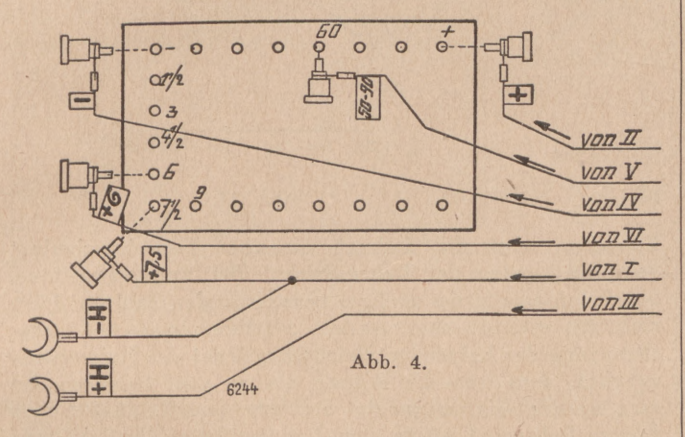


Abb. 4.

die Röhren in ihre Fassungen richtig eingesetzt und die mit —H und +H bezeichneten Schnüre mit der Minus- bzw. Plusklemme des Akkumulators verbunden, so sehe man zu — nachdem man den Heizstrom eingeschaltet hat —, ob die Heizfäden glühen. Erst wenn man sich davon überzeugt hat, verbinde man die Anodenbatterie mit den übrigen fünf Schnüren, wie es aus Abb. 4 zu ersehen ist.

Bei Benutzung eines Anodenakkumulators, dessen Spannung immer nur zu je 2 Volt unterteilt werden kann, soll der mit + 7,5 bezeichnete Stecker an die 8 Volt-Klemme des Akkumulators gelegt werden. Probeweise kann der (+ 7,5) Stecker auch an den mit 6 bezeichneten Pol und der (+ 6) Stecker an den mit 4, 4,5 oder 3 bezeichneten Pol des Anodenakkumulators bzw. der Anodenbatterie angeschlossen werden. Man kann so durch Probieren die günstigsten Vorspannungswerte feststellen, nur soll die Spannungsdifferenz zwischen dem + 7,5- und + 6-Stecker maximal 3 Volt betragen. Um der Gefahr des Durchbrennens der Röhren vorzubeugen, ist es ratsam, an Stelle des + 7,5-Steckers eine Röhrensicherung anzubringen. Will man, um größere Lautstärke zu erzielen, an die Anoden der Loewe-Röhre mehr als 100 Volt Spannung anlegen, so beachte man, daß dann auch die Gittervorspannungen höhere Werte erhalten müssen, die man am zweckmäßigsten versuchsweise bestimmt. Bei einer Anodenspannung von 150 Volt habe ich als die günstigsten Vorspannungswerte 12 Volt und 15 Volt festgestellt.

Die weitere Inbetriebnahme der Anlage erfolgt nun genau so wie bei jedem anderen Neutrodyne-Empfänger.

Im folgenden sei noch eine Zusammenstellung der zum Bau erforderlichen Einzelteile gegeben; für das Vierröhrengerät gelten die in eckigen Klammern eingeschlossenen Zahlen.

Gegenstand	Kostenanschlag für das Fünfröhrengerät M.	Kostenanschlag für das Vierröhrengerät M.
1. 1 Eichenkasten, amerikanischer Bauart, mit Innenmaßen, 200×800×200 mm . .	9,—	
Derselbe [200×450×200 mm] . .		6,50
2. 1 marmor. Trolitplatte, 200×800×5 mm	10,50	
[200×450×5 mm]		5,50
3. 3 [2] Frequenz-Drehkondensatoren, 500 cm	15,—	10,—
4. 3 [2] Skalen dazu	12,—	8,—
5. 1 Blockkondensator, 3000 cm	1,40	1,40
6. 2 [1] Röhrensockel (kapazitätsarm) . .	2,—	1,—
7. 2 [1] Re 064	16,—	8,—
8. 1 Loewe-Dreifachröhre mit Fassung . .	27,50	27,50
9. 2 [1] Ledion-Neutroformer für Wellen von 200—800 m	18,60	9,30
10. 2 [1] Ledion-Neutroformer für Wellen von 800—1800 m	15,20	7,60
11. 2 [1] Steckleisten dazu (können selbst angefertigt werden)	1,—	0.50
12. 2 [1] Neutrodone (werden den Tropaformern unter 9. beigegeben)	—	—
13. 1 Satz Ledionspulen für Wellen von 155—1150 m	5,40	5,40
14. 3 Stecker dazu	3,30	3,30
15. 1 Ledionspule mit 150 Wdg. für Wellen von 700—1800 m	1,90	1,90
16. 1 Parallelkoppler	5,50	5,50
17. 21 [20] Telephonbuchsen	0,70	0,70
18. 6 [4] m versilberten Kupferdrahtes . .	0,60	0,40
19. 6 [4] m Isolierschlauch	0,90	0,60
20. 2 [1] Heizwiderstände (Schaub) . . .	3,—	1,50
21. 1 Heizwiderstand für die Loewe-Röhre	1,—	1,—
Gesamtkosten:	150,50	105,60
Zubehör: Akkumulator, Anodenbatterie, 6fach-Stecker mit Anschlußschnüren, Bananenstecker, Röhrensicherung usw. etwa	45,—	45,—

Beim sorgfältigen Zusammenbau sind die Apparaturen normalen Fünf- bzw. Vierröhrenapparaten vollkommen gleichwertig.

Die Leistungsfähigkeit der Geräte erhöht man aber noch bedeutend, wenn man eine Vorröhre anbringt, wozu Dr. Badendieck auf Seite 165 in Heft 11 des „Funk“, Jahr 1927, eine geeignete Schaltung angegeben hat. Sollte die Selektivität des Vierröhrengeräts eventuell nicht ausreichen, so erzielt man mit einem zwischen der Antennen- und Erdbuchse eingeschalteten Sperrkreis (Seite 146, Heft 10 des „Funk“, Jahr 1927) zufriedenstellenden Empfang.

Ein prämiierter Reise-Empfänger. Aus Stuttgart wird uns gemeldet: Der Süddeutsche Rundfunk hatte gemeinsam mit dem Funkverein Stuttgart einen Wettbewerb für tragbare Geräte für Reise und Wanderung ausgeschrieben. Aus ganz Deutschland gingen Geräte ein; 21 wurden ausgezeichnet. Den ersten Preis erhielt Fritz Scheuffelen-Stuttgart, dessen Gerät nur die Größe von 2,16 cdm und in vollständig betriebsfertigem Zustande ein Gewicht von nur 1,4 kg hatte. Trotz der kleinen Abmessungen brachte das Gerät in 35 km Entfernung von Stuttgart an jedem beliebigem Ort, ohne jeglichen Antennen- oder Erdanschluß, klangreinen und lautstarken Empfang. Damit ist ein Gerät für Reise und Wanderung geschaffen. Die Schaltung ist die sogenannte Negadyne-Superregenerativ-Schaltung mit Doppelgitterröhre, bei der je eine gewöhnliche Taschenlampenbatterie für Heizung und Anodenspannung genügt.



Die Kathode

Von

Dr. Ernst Schramm.

2. Der Einfluß der Kathode auf die Röhrencharakteristik[9]**.**

Für eine Röhre, die nur Anode und Kathode enthält, und bei der zwischen den beiden Elektroden eine veränderliche Spannung E_a liegt, folgt bekanntlich der Anodenstrom, der hier mit dem Emissionsstrom identisch ist, dem von Langmuir und Schottky aufgestellten Gesetz

$$J_a = k \cdot E_a^{3/2}.$$

Bei Röhren mit einer besonderen Gitterspannung E_g tritt an Stelle von E_a der Ausdruck $E_g + D \cdot E_a$. Der Faktor k ist in erster Linie von der wirksamen Kathodenoberfläche[10]) und dem Anodenradius abhängig (bzw. bei Dreielektrodenröhren vom Gitterradius). Aus dem Ausdruck

$$J_a = k\,(E_g + D \cdot E_a)^{3/2}$$

ergibt sich durch Differentiation für die Steilheit

$$S = \frac{d\,J_a}{d\,E_g} = {}^3/_2\,k \cdot \sqrt{E_g + D \cdot E_a}.$$

Die Steilheit der Anodencharakteristik ist also ebenfalls von der wirksamen Kathodenoberfläche abhängig. Bei schwacher Beheizung einer Röhre wird infolge der kühlenden Wirkung der Zuführungsdrähte die wirksame Länge der Kathode wesentlich hinter ihrer wahren Länge zurückbleiben. Mit steigender Heizung wird auch die wirksame Länge größer (Abb. 9) und damit auch die Anodencharakteristik steiler. Je höher man jedoch die Heizung treibt, desto weniger macht sich der kühlende Einfluß der Zuleitungen bemerkbar, und desto geringer wird die Steilheitserhöhung. Von einer gewissen Grenze ab kann also die Steilheit als praktisch konstant betrachtet werden.

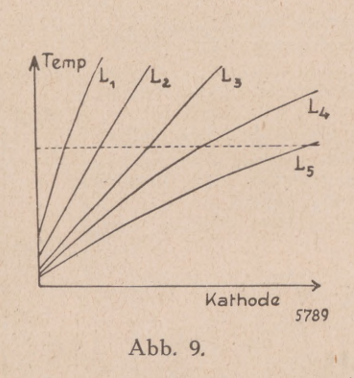


Abb. 9.

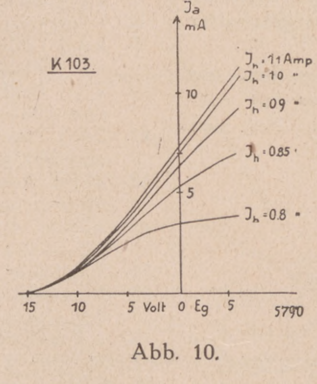


Abb. 10.

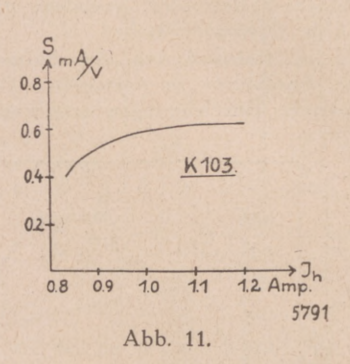


Abb. 11.

Daraus ergibt sich, daß, wenn innerhalb gewisser Grenzen des Heizstromes die Verstärkung einer Röhre unabhängig von der Heizung sein soll, der Einfluß der Zuleitungen auf die Fadentemperatur möglichst gering sein muß. Abb. 10 zeigt die Anodenstrom-Gitterspannungs-Charakteristiken der Röhre K 103 der AEG bei 220 Volt Anodenspannung und verschiedenen Heizströmen, Abb. 11 die Abhängigkeit der Steilheit vom Heizstrom bei der betriebsmäßigen Gittervorspannung von — 6 Volt. Man sieht, daß oberhalb eines Heizstromes von 1,05 Amp die Steilheit nahezu konstant bleibt. In diesem Gebiete (bei 1,1 Amp)[11]) wird die Röhre betrieben, aber die dadurch erreichte Betriebssicherheit geht auf Kosten der Lebensdauer. Bei Rundfunkgeräten, bei denen man in der weitaus überwiegenden Zahl der Fälle nicht mit automatischer, sondern mit Handregulierung (unter Benutzung der bekannten Heizwiderstände) des Heizstromes arbeitet, wird man die Röhren nur so weit beheizen, bis man gerade die maximale Steilheit erreicht hat. Eine höhere Beheizung würde dem Amateur keine Vorteile, sondern nur den Nachteil einer kürzeren Lebensdauer der Röhre bringen. Die Abb. 12 und 13 zeigen die Abhängigkeit der Anodencharakteristik und die Abb. 14 und 15 die ihrer Steilheit vom Heizstrom bei den Telefunkenröhren RE 062, 064, 152 und 154. Die Steilheit wurde stets im Mittelpunkt des aussteuerbaren Teiles der Charakteristik gemessen.

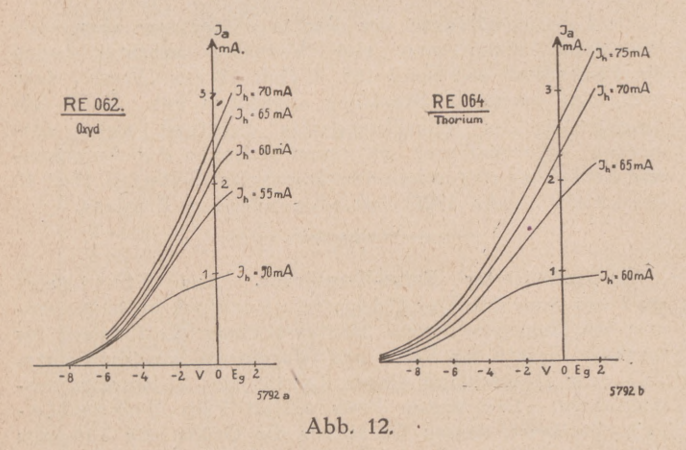


Abb. 12.

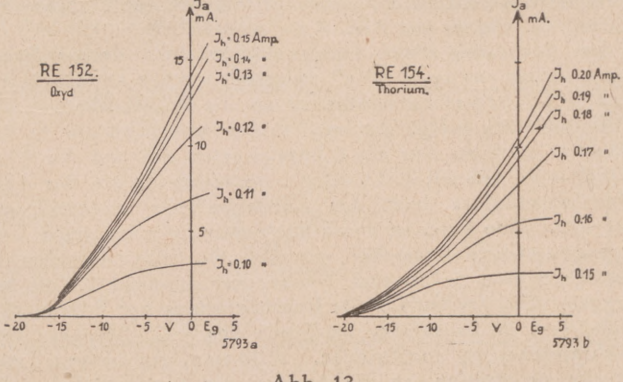


Abb. 13.

Bei gegebener Länge und gegebenem Querschnitt eines

[9]) Fortsetzung aus Heft 41, Seite 583 des „Funk-Bastler".

[10]) Barkhausen, Elektronenröhren, 2. Aufl. 1924. S. 25.

[11]) Der Heizstrom wird bei der Deutschen Reichspost durch Eisendraht-Wasserstoff-Widerstände, sogenannten Variatoren, reguliert, die aber immer noch Stromschwankungen von ± 3 v. H. der mittleren Stromstärke zulassen.

Heizfadens ist also die Steilheit der Anodencharakteristik nach oben begrenzt. Zur Erzielung einer größeren Steilheit ist die Vergrößerung der wirksamen Oberfläche unbedingt erforderlich. Hierfür gibt es mehrere Möglichkeiten. Man vergrößert z. B. die Länge oder den Querschnitt des

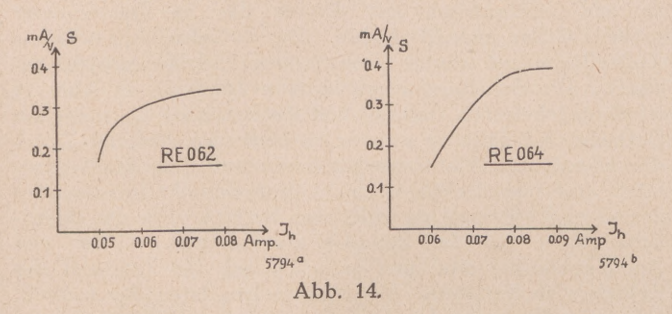


Abb. 14.

Heizfadens. Man kann die Kathode als einen Zylinder von der Länge l und dem Durchmesser 2ϱ auffassen und erhält als Kathodenoberfläche $O = 2\pi\varrho l$. Eine Verdoppelung der Länge oder des Querschnitts würde also auch eine Verdoppelung der wirksamen Oberfläche bedingen. Bei Verdoppelung der Länge würde man, um den Faden wieder auf dieselbe Temperatur zu bringen wie vorher, auch die Heizspannung verdoppeln müssen. Die Heizspannungen und

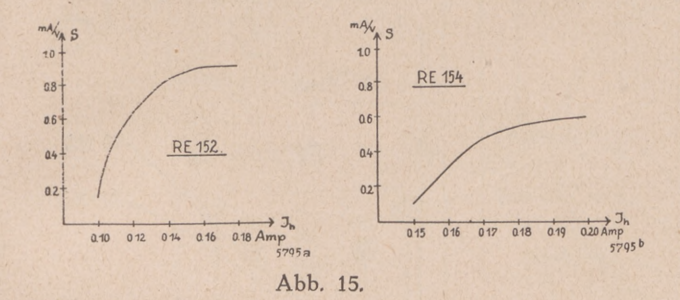


Abb. 15.

damit auch die Heizleistungen verhalten sich also wie die Oberflächen:

$$L_h : L_h' = O_h : O_h'.$$

Bei der Vergrößerung des Querschnittes liegen die Verhältnisse ungünstiger. Der Querschnit der Kathode ist $Q = \varrho^2\pi$. Machen wir die Oberfläche p-mal so groß als sie ist, so muß der neue Durchmesser der Kathode $\varrho' = p \cdot \varrho$ und damit

$$Q' = p^2\varrho^2\pi = p^2 Q$$

werden. Daraus ergibt sich, daß die Masse des Heiz-

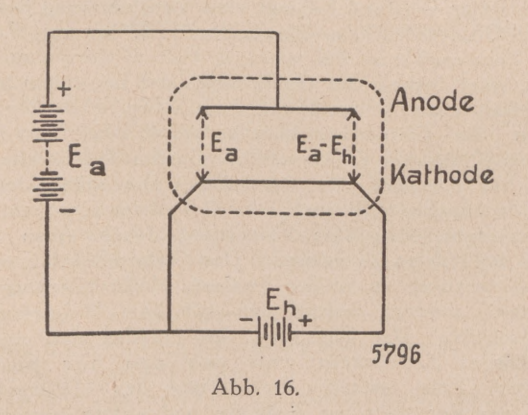


Abb. 16.

fadens p^2-mal so groß wird. Um sie auf die gleiche Temperatur zu bringen, ist natürlich eine Wärmemenge notwendig, die p^2-mal so groß ist wie die ursprüngliche. Also verhalten sich

$$O_h : O_h' = 1 : p,$$
$$J^2 R : J'^2 R' = L_h : L_h' = 1 : p^2$$

d. h., wenn die Oberfläche linear wächst, steigt die Heizleistung quadratisch, und zwar ändert sich der Heizstrom, während die Heizspannung konstant bleibt. Am rationellsten würde man verfahren, wenn man den Faden durch n parallel geschaltete ersetzt, deren jeder den n-ten Teil des Querschnittes des ursprünglichen Fadens hat. Die Heizleistung bleibt dieselbe, da der Widerstand des Fadens sich nicht geändert hat. Aber aus:

$$Q = \varrho^2\pi \text{ und } Q' = \varrho'^2\pi = \frac{\varrho^2\pi}{n}$$

ergibt sich:

$$\varrho' = \frac{\varrho}{\sqrt{n}}$$

und die wirksame Länge wird n-mal so groß $l' = n \cdot l$. Daraus ergibt sich für die neue Oberfläche

$$O' = 2\pi\varrho' l' = 2\pi\frac{\varrho}{\sqrt{n}} n l,$$

also:

$$O' = O\sqrt{n},$$

d. h. bei gleicher Heizleistung wird die wirksame Oberfläche $\sqrt{n}$-mal so groß. Bei Verwendung einer größeren Anzahl paralleler Fäden stößt die Konstruktion der Kathode aber auf Schwierigkeiten, die in dem Material begründet liegen. Immerhin kommen Eingitterröhren mit mehreren parallelen Fäden in den Handel, z. B. die Telefunkenröhren RE 352 und 354, die bei einer Fadenspannung von nur 1,7 bzw. 3,5 Volt Steilheiten von 2—3 mA/Volt aufweisen.

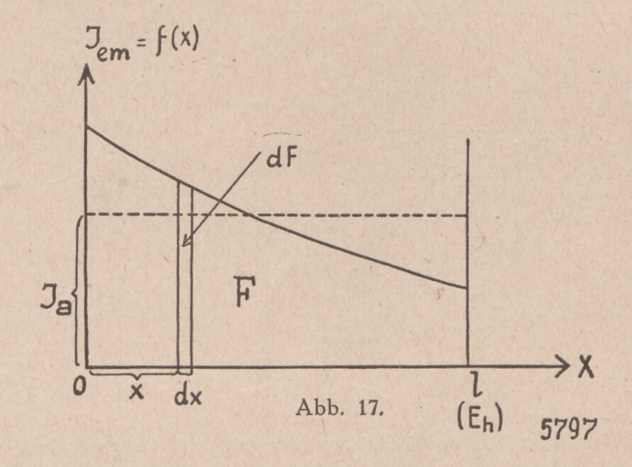


Abb. 17.

Bei der kritischen Beurteilung dieser drei Möglichkeiten dürfen aber zwei Faktoren nicht unberücksichtigt bleiben. Der erste, der Einfluß der kühlenden Enden, ist bereits allgemein behandelt worden. Er ist im letzten Falle, der Parallelschaltung mehrerer Heizfäden, wesentlich größer als in den ersten beiden Fällen. Der zweite liegt in der Steilheitsverminderung durch den Spannungsabfall am Heizfaden und ist besonders in dem ersten Fall, Vergrößerung der Oberfläche durch Verlängerung des Fadens, zu berücksichtigen. Ist der negative Pol der Anodenbatterie mit dem negativen Pol der Heizbatterie verbunden, so haben wir zwischen dem negativen Kathodenende und der Anode die Spannung E_a (Abb. 16). Diese nimmt nach dem positiven Ende der Kathode hin ab bis auf $E_a - E_h$. Dementsprechend ist auch der Anteil der Emission für ein Heizfadenstück am negativen Ende größer als für ein gleich großes Stück am positiven Ende. Die Emission wird also insgesamt geringer als aus der Langmuir-Schottkyschen Formel

$$J_a = k \cdot E_a^{3/2} = k' \cdot \frac{l}{r} E_a^{3/2}$$

berechnet. Die wahre Charakteristik der Röhre legt sich also quer über die nach dieser Formel berechneten Charakteristiken für die Anodenspannungen zwischen E_a und $E_a - E_h$ und wird infolgedessen auch flacher als sie. Zur Berechnung der wahren Steilheit der Anodencharakteristik kann man folgenden Weg einschlagen. In Abb. 17 sei

O bis l die Kathode. Über jedem einzelnen Punkte sei der Emissionsstrom aufgetragen, der der zwischen diesem Punkte und der Anode herrschenden Spannung entspricht, wenn die Kathode auf ihrer ganzen Länge das Potential dieses Punktes hätte. Für die so erhaltene Kurve gilt dann die Gleichung

$$f(x) = k\left(E_a - E_h \frac{x}{l}\right)^{3/2},$$

wobei $E_h \frac{x}{l}$ das Kathodenpotential in der Entfernung x vom negativen Ende darstellt. Wir berechnen nun die von der Kurve und von den Ordinaten eingeschlossene Fläche F. Zu dem Zwecke schneiden wir ein Stückchen dF von der Breite dx aus der Fläche heraus. Es ist dann $dF = dx \cdot f(x) = dx \cdot k\left(E_a - E_h \frac{x}{l}\right)^{3/2}$. Daraus erhält man für F das bestimmte Integral

$$F = \int_0^l k\left(E_a - E_h \frac{x}{l}\right)^{3/2},$$

$$F = \left[-{}^2/_5\, k \cdot \frac{l}{E_h}\left(E_a - E_h \frac{x}{l}\right)^{5/2}\right]_0^l = {}^2/_5\, k \cdot \frac{l}{E_h}\left[E_a^{5/2} - \left(E_a - E_h\right)^{5/2}\right].$$

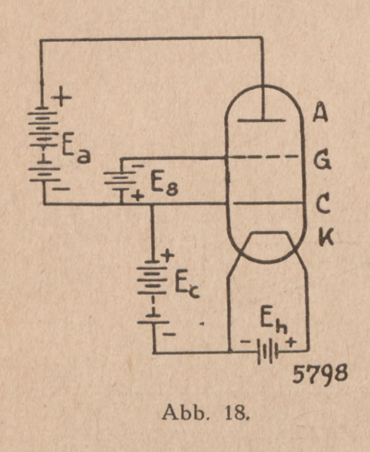


Abb. 18.

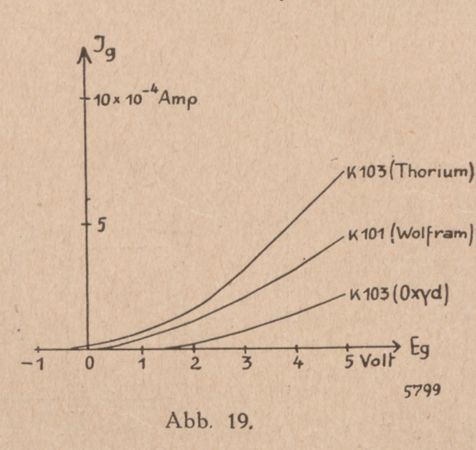


Abb. 19.

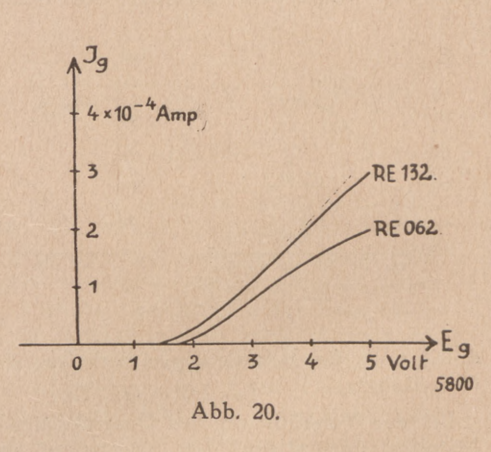


Abb. 20.

Durch Auflösung nach dem binomischen Lehrsatz ergibt sich daraus unter Vernachlässigung der weiter folgenden Glieder der Reihe

$$F = {}^2/_5\, k \cdot \frac{l}{E_h}\left[E_a^{5/2} - E_a^{5/2}\left(1 - {}^5/_2 \frac{E_h}{E_a} + \frac{15}{8}\frac{E_h^2}{E_a^2} - \ldots.\right)\right].$$

$$F = l \cdot k \cdot E_a^{3/2} - {}^3/_4\, l \cdot k \cdot E_h \cdot E_a^{1/2} + \ldots.$$

Wir denken uns nun die Fläche F ersetzt durch ein Rechteck, dessen eine Seite l ist; dann stellt die andere Seite J_a den von der Kathode wirklich emittierten Elektronenstrom dar. Wir erhalten also

$$J_a = \frac{F}{l} = k \cdot E_a^{3/2} - {}^3/_4\, k \cdot E_h \cdot E_a^{3/2} + \ldots. \quad (1)$$

Für Röhren mit Gitter müssen wir E_a durch $E_g + D \cdot E_a$ ersetzen.

$$J_a = k\,(E_g + D \cdot E_a)^{3/2} - {}^3/_4\, k \cdot E_h \cdot (E_g + D \cdot E_a)^{1/2} + \ldots.$$

Aus dieser Gleichung erhält man durch Differentiation für die Steilheit

$$S = \frac{d\,J_a}{d\,E_g} = {}^3/_2\, k \cdot \sqrt{E_g + D \cdot E_a} - {}^3/_8\, k \cdot \frac{E_h}{\sqrt{E_g + D \cdot E_a}} + \ldots \quad (2)$$

In den Formeln (1) und (2) ist jedes Glied kleiner als das vorhergehende. Es geht also auch aus diesen Formeln hervor, daß die wahre Emission und Steilheit geringer ist als die aus der Langmuir-Schottkyschen Formel errechnete. Diese Formel gilt demnach nur für Kathoden, die auf ihrer ganzen Länge das gleiche Potential haben. Solche Kathoden hat man in größter Annäherung in den sogenannten Sekundärkathoden oder indirekt beheizten Kathoden. Röhren mit solchen Kathoden sind für Heizung mit Wechselstrom im Handel. Eine Ausführungsform ist z. B. die folgende: Um eine gewöhnliche Glühkathode herum bringt man einen Metallzylinder von etwa 3—4 mm Durchmesser oder einen Zylinder aus Isoliermaterial (Kaolin u. a. m.) an und konzentrisch mit diesem das im Durchmesser größere Gitter und die Anode. Der Zylinder ist auf seiner Außenfläche mit einem Gemisch von Erdalkalioxyden bedeckt. Die Schaltung einer solchen Röhre ist in Abb. 18 wiedergegeben. Die Heizung und die Spannung E_c zwischen Kathode und Zylinder werden so bemessen, daß der Zylinder durch das Elektronenbombardement auf Rotglut erhitzt wird und die Oxydschicht auf der Außenseite des Zylinders Elektronen zu emittieren beginnt. Für die eigentliche Röhre gilt der Zylinder als Kathode. Gitter und Anodenpotential sind nun natürlich auf das Potential des Zylinders zu beziehen. Von den vielen Arten der indirekt beheizten Kathoden ist dieses nur eine willkürlich herausgegriffene Ausführungsform. Auf Beschreibung weiterer Arten soll an dieser Stelle jedoch verzichtet werden.

Zum Schluß sei noch auf eine wenig bekannte Erscheinung bei Oxydröhren hingewiesen. Bei einem geschlossenen Stromkreis, wie wir ihn in dem Heizkreis der normalen Rundfunkröhren vor uns haben, werden die von der Kathode ausgesandten Elektronen stets wieder aus dem Heizakkumulator ergänzt. Der Emissionsstrom fließt also aus dem Kerndraht durch die Oxydschicht. Da sie einen bestimmten Widerstand hat, ruft der Emissionsstrom in ihr einen Spannungsabfall hervor, der an der Oberfläche der Oxydschicht ein höheres Potential erzeugt als es der Kerndraht hat. Dieser Umstand bedingt eine Verkleinerung des wirksamen Gitterpotentials. Der Gitterstrom, der bei Wolfram- und Thoriumröhren bei etwa 0 Volt Gitterspannung beginnt, setzt deshalb bei Oxydröhren erst bei einem höheren Potential, etwa 1 bis 2 Volt, ein. Die Abb. 19 und 20 zeigen die Gitterstromcharakteristiken bei den AEG-Röhren K 101 und K 103 und bei einigen Telefunkenröhren. Man hat also bei den Oxydröhren die Möglichkeit, die Anodencharakteristik noch 1 bis 2 Volt im positiven Gebiet auszusteuern, ohne eine Verzerrung durch einen Gitterstrom befürchten zu müssen. Das Gitterpotential, bei dem der Gitterstrom zu fließen beginnt, bleibt allerdings nicht konstant, sondern ändert sich mit dem Widerstande der Oxydschicht. Die Sinterung des Oxydes und auch ein eventuelles Abbröckeln muß sich also hier bemerkbar machen. Eine weitere Verlagerung des Gitterpotentials wird aus der zwischen Kathode und Gitter herrschenden Kontaktpotentialdifferenz erklärt, hängt also von den für diese Elektroden verwendeten Materialien ab.

Mögen diese Ausführungen bewirken, daß der Funkfreund die Kathode nicht nur schlechthin als einen Metallfaden betrachtet, der auf eine bestimmte Temperatur erhitzt werden muß, sondern ihr etwas mehr Aufmerksamkeit als bisher zuwendet.



Ein vielseitiges Prüfgerät

Von

Tel.-Insp. Woettki, Schneidemühl.

Wer viel bastelt und in die Lage kommt, anderen weniger erfahrenen Funkfreunden in ihrer Not zu helfen oder in den Bastelstunden Einzelteile auszuprüfen, wird ein gutes Meßinstrument nicht entbehren können. Es ist nun sehr umständlich, vor dem Prüfen erst eine Batterie mit dem Instrument zusammenzuschalten, abgesehen davon, daß solche provisorischen Verbindungen selbst fehlerhaft sein können. Prüfungen der Röhren erfordern weitere zusätzliche Schaltungen, und oft fehlt auch noch ein Milliamperemeter oder für Lade-Einrichtungen ein Amperemeter.

Auf Grund der Erfahrungen, die ich in langer Zeit bei der oben erwähnten Tätigkeit gemacht habe, ist ein Apparat entstanden, den ich wohl als Universalprüfgerät bezeichnen kann, weil er es ermöglicht, mit einem Drehspulinstrument äußerst schnell alle zur Fehlerfeststellung nötigen Messungen auszuführen.

Er kann u. a. Anwendung finden

1. als Spannungsmesser mit einem Meßbereich von 3, 6, 12 und 120 Volt;
2. als Strommesser mit einem Meßbereich von 3, 6, 12, 30, 60, 120 mA und 3 Amp;
3. als Prüfgerät mit eingebauter Batterie, und zwar insbesondere zum Prüfen von Spulen: a) auf Stromfähigkeit, b) auf richtigen Wicklungssinn;
4. zum Messen und Regenerieren von Röhren.

Die Schaltung des Apparates geht aus Abb. 1 hervor. In der Mitte befindet sich ein gutes Drehspulinstrument, links und rechts davon zwei Stufenschalter, auf die durch den vorn befindlichen Kipphebelschalter (als sogenannter „Kurz- und Langschalter" käuflich) wahlweise umgestellt werden kann. Die „Daimon"-Anodensicherung S schützt das Instrument vor Überlastung. Die Berechnung der Vorschalt- und Nebenschlußwiderstände ergibt sich durch einfache Rechnung. Vgl. auch „Radio-Amateur" 1926, S. 276 ff. und 293 ff., Heft 15 und 15. Zum Prüfen von Spulen dient das Buchsenpaar a, b, zwischen dem in seitlichem Abstand noch eine 3 oder 4 mm-Buchse c eingesetzt ist, die in sich einen passenden Messingdraht mit aufgelötetem Kompaß verschiebbar aufnimmt. T_1 und T_2 sind kleine Meßtasten, B ist eine Taschenlampenbatterie von 4,5 V und R eine Widerstandsdrahtrolle von ungefähr 50 Ohm. Die Buchsenanordnung in dem durch die gestrichelte Linie abgegrenzten Raum sowie der Heizwiderstand W (50 Ohm) dienen zur Röhrenprüfung. Die Einzelteile sind auf einer Trolitplatte montiert, deren Größe sich natürlich nach den Abmessungen des Meßinstrumentes und der anderen Einzelteile richtet. Die Drahtverbindungen erfolgen unterhalb der Platte.

Abb. 1.

Die Strom- und Spannungsmeßvorrichtung.

Über die Herrichtung von Meßinstrumenten zu Strom- und Spannungsmessungen für verschiedene Bereiche ist in allen Fachzeitschriften bereits ausführlich geschrieben worden, so daß sich weitere Erörterungen erübrigen. Werden die Widerstände für die Spannungsmessungen selbst gewickelt (bifilar), so spart man etwas Draht, wenn sich die Spulen nacheinander zu den erforderlichen Widerständen ergänzen. Sind

bereits abgeglichene Widerstände vorhanden (bei Verwendung eines Voltmeters für verschiedene Meßbereiche oder eines Mavometers mit Einzelwiderständen), so muß die Schaltung dieser Widerstände an den Stufenschalter genau so wie auf der linken Seite erfolgen. Bei dem Stufenschalter für die Strommessungen ist darauf zu achten, daß der

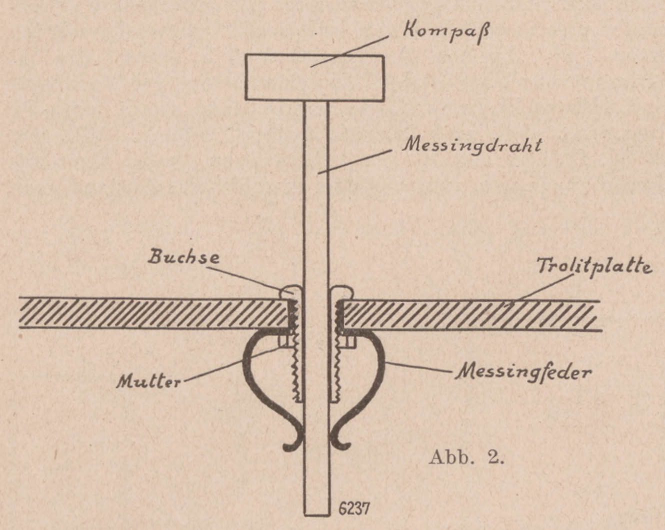


Abb. 2.

Schleifkontakt immer zwei benachbarte Stufenkontakte kurzschließt, da sonst beim Übergang auf einen anderen Meßbereich während einer Messung der volle Strom die Drehspule durchfließen würde. Die Bezeichnung der Skala des Meßinstrumentes kann wohl meistens beibehalten werden, wenn man die einzelnen Stufen der Einteilung entsprechend wählt. Um Umrechnungen zu vermeiden, schreibt man sich einige weitere Zahlen mit andersfarbiger Tusche hinzu.

Die an Bananensteckern endenden Meßschnüre sind unterhalb der Trolitplatte an Linsenkopfschrauben befestigt und gehen durch Löcher nach außen. Zur Messung wird der Kippschalter auf V oder A gestellt und der dazugehörige Stufenschalter auf den gewünschten Meßbereich gebracht.

Die Prüfschaltung.

Die in einem kleinen Schubkasten befindliche Taschenlampenbatterie liefert den Strom zum Prüfen; sie ist einerseits an den Kontakt P des rechten Stufenschalters, andererseits an dem Widerstande des Meßbereichs bis 6 Volt angeschlossen. Der Kipphebel steht auf V, der Stufenschalter auf P. Durch Kurzschließen der Meßschnüre kann auch die Spannung der Prüfbatterie abgelesen werden.

Das Prüfen von Spulen a) auf Stromfähigkeit: Der Kipphebel bleibt auf V, der Stufenschalter wird Sp gestellt, die Spule in das Buchsenpaar a, b eingesetzt und die Meßschnüre kurzgeschlossen. Das Instrument zeigt bei Stromfähigkeit der Spulen einen Ausschlag. Durch Bewegen der Spule läßt sich leicht ein Wackelkontakt feststellen.

b) Auf richtigen Wicklungssinn: Schaltung wie vor. Die Meßschnüre bleiben geöffnet. Der Kompaß wird durch Herausziehen in die Mitte der Spule gebracht und die Taste T_1 gedrückt. Die Magnetnadel wird je nach dem Wicklungssinn mit dem Nord- oder Südpol in die Spule zeigen. Da die Spulen für den Rundfunkbereich nur wenige Ohm Widerstand haben, ist das Vorhandensein des 50ohmigen Widerstandes R, der zwischen Taste 1 und Kontakt Sp liegt, unbedingt erforderlich. Ohne ihn würde der der Prüfbatterie entnommene Strom diese bald unbrauchbar machen. Verfasser benutzt eine große Taschenlampenbatterie bereits ein Jahr bei verhältnismäßig vielseitiger Inanspruchnahme.

Damit der Messingdraht mit dem Kompaß in seiner Stellung verharrt, klemmt man mit der Mutter der Buchse eine Messingfeder fest, die sich mit zwei Armen an den Messingdraht anlegt (s. Abb. 2).

Das Messen von Röhren.

Die Vorrichtung hierzu besteht aus den Röhrenmeß- und -anschlußbuchsen, dem Heizwiderstand W und der Taste T_2. An die Schraub- und Steckbuchsen werden die Batterien der Bezeichnung entsprechend angeschlossen. Der Kipphebel steht auf V, der zugehörige Stufenschalter auf 6. Nach Einsetzen der Röhre werden die Meßschnüre in die Meßbuchsen 1 und 3 der Heizung eingeführt und der Heizwiderstand herausgedreht. Ist die Heizung richtig eingestellt, werden die Meßschnüre entfernt, der Kippschalter auf A und der linke Stufenschalter auf 6 bzw. 12 (je nach der Röhre) gestellt, die Meßschnüre in die Buchsen 2 und 5 eingeführt und der Anodenstrom abgelesen. Die Schraub- und Steckbuchsen G und F dienen zum Anlegen einer Gitterspannung. Will man eine Röhrencharakteristik aufnehmen, muß man diese Gitterspannung etwa mit Hilfe eines hochohmigen Potentiometers oder durch Abgreifen von einer unterteilten Batterie veränderlich machen. Die Vorspannungen sind dann von einem besonderen Voltmeter abzulesen[1]). Den Anodenstrom bei der Gittervorspannung Null mißt man, indem man G und F kurzschließt, also das Gitter mit dem negativen Heizfadenende verbindet. Die Taste T_2 schließt Gitter und Anode kurz zur Messung der Gesamtemission; das darf jedoch nur dann angenommen werden, wenn das Gitter weder mit noch ohne Batterie mit dem Heizfaden in Verbindung steht.

Die Regeneration tauber Röhren erfolgt entsprechend ebenso nach den im „Funk" vielfach angegebenen Verfahren.

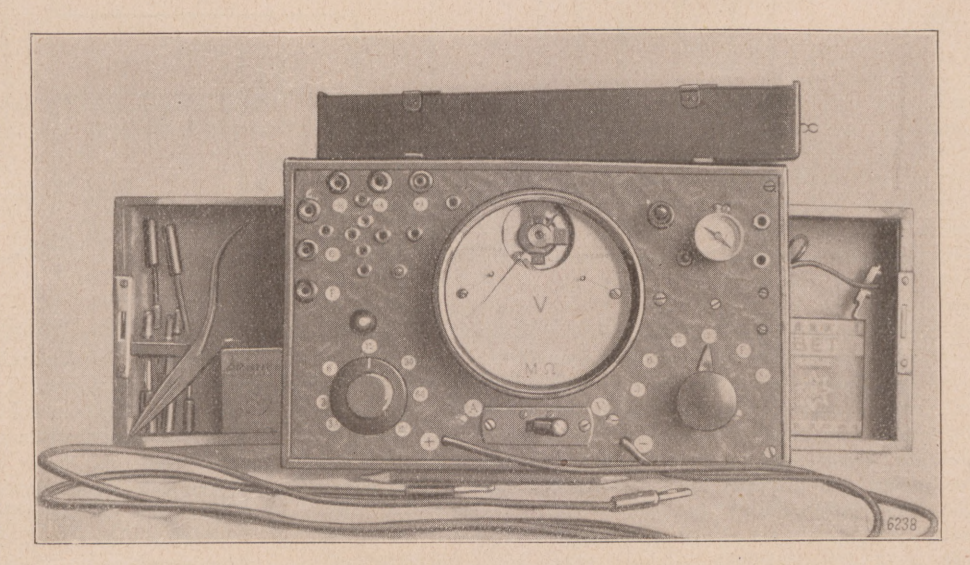


Abb. 3.

Der Kasten hat einen doppelten Boden und nimmt an den Querseiten zwei kleine verschließbare Schubfächer auf. Das rechte enthält die Prüfbatterie, von der Schnüre zur Montageplatte führen, das andere eine Flachzange mit Seitenschneider, einen Schraubenzieher, Schnüre, Anodensicherungen, Anoden- und Bananenstecker, einige Blockkonden-

[1]) Vgl. hierzu noch den Aufsatz von Liebert im „Radio-Amateur", 1926, Heft 12 und 13. S. 238 und 257. Ferner „Funk-Bastler", Heft 31, Jahr 1927, S. 433.

satoren und einen Röhrenumstecksockel. Außerdem sind noch zwei Verlängerungsstücke für die Bananenstecker der Meßschnüre vorhanden, um das Prüfen an schwer zugänglichen im Apparat befindlichen Einzelteilen usw. zu erleichtern.

Der Deckel des Kastens wird durch Fischbänder abnehmbar befestigt und erhält einen Griff. Stellt man das ganze Gerät in einen passenden Lederkoffer, so läßt es sich auch durch Wind und Wetter mitführen, ohne von seinem schönen Aussehen einzubüßen.

Abb. 3 zeigt das Gerät mit abgenommenem Deckel und ausgezogenen Schubkästen; Abb. 4 die Unterseite der Isolierplatte mit den einzelnen Widerständen, Schaltern und Verbindungen, bei denen besonders zu beachten ist, daß sie sehr sauber und so verlegt werden, daß auch bei Erschütterungen des Geräts eine Berührung unmöglich ist.

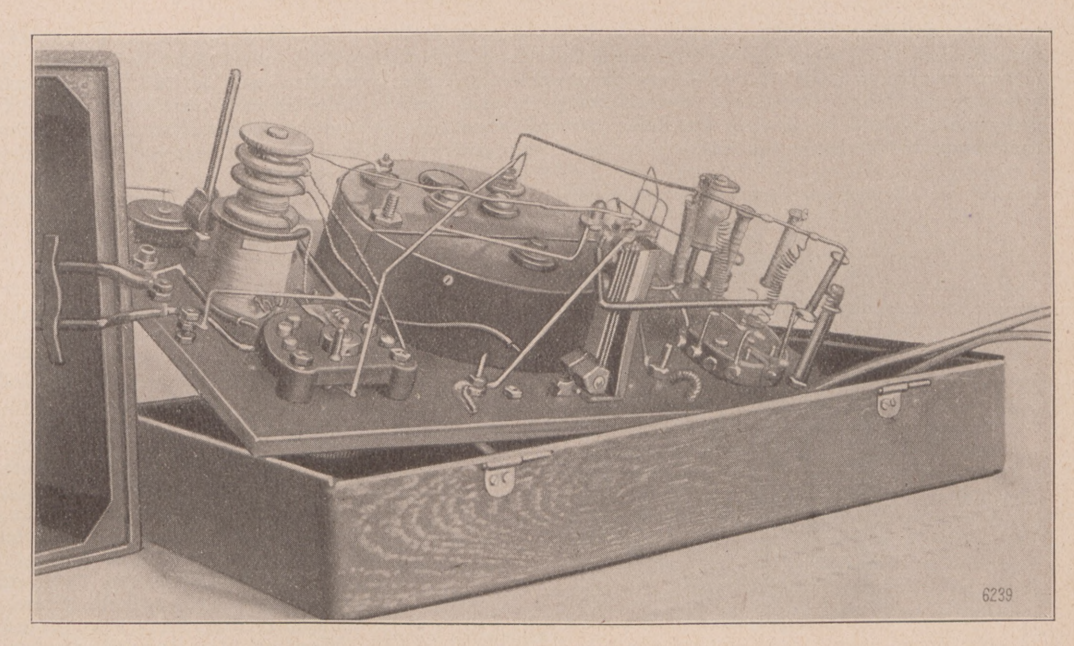


Abb. 4.

Die Funkausstellungen in England und Amerika

Die Londoner Radio-Ausstellung.

Von

A. Cl. Hofmann.

London, 1. Oktober.

Wenn man sich auf den Weg nach London macht, noch mit den frischen Eindrücken von der Berliner Funkausstellung, so lassen sich einige Reminiszenzen nur schwer unterdrücken; wie eine Landkarte in sattem Grün liegt 500 m tief unten die Ebene von Ypern, wo man vor zehn Jahren mit dem M-Funk und dem berüchtigten K-Funkgerät im flandrischen Schlamm lag; wird man eine halbe Stunde später 800 m hoch über dem Kanal von stürmischen, regenträchtigen

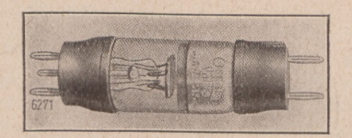


Abb. 1.

Westwinden arg durchgeschüttelt, so denkt man mit etwas Wehmut an die amüsante Plauderei von Prof. Leithäuser und Alfred Braun zwischen Flugzeug und Ausstellungshalle. Wandelt man dann unbefangen durch die Olympia Hall, wo die „National Radio Exhibition" stattfindet, so läßt sich befriedigend feststellen: wir in Deutschland stehen in Qualität der Erzeugnisse keineswegs hinter den besten englischen Fabrikaten zurück.

Als „Clou" der Ausstellung wird hier die neue abgeschirmte Röhre der General Electric Co. bezeichnet (Abb. 1). Diese Doppelgitterröhre besitzt eine sehr kleine innere Kapazität, da die beiden Heizfadenenden und das innere Gitter an dem einen Röhrenende, die Zuleitung zur kreisförmigen Anode und dem davor liegenden kreisartigen Abschirmgitter am anderen Röhrenende herausgeführt sind. Die Röhre wird horizontal montiert, und zwar so, daß bei abgeschirmten Hochfrequenzstufen die eine Röhrenhälfte mit Heizungs- und innerem Gitteranschluß in dem Blechkasten der ersten Hochfrequenzstufe, das andere Ende in der zweiten Hochfrequenzstufe bzw. Audion liegt. Die Schaltung wird dadurch sehr vereinfacht.

Der Aufbau der fertigen Geräte hat sich ganz den amerikanischen Modellen angepaßt. Die Marconiphon-Gesellschaft bringt einen Achtröhren-Superhet mit Hochfrequenzvorstufe (Abb. 2). Der Rahmen besitzt zwei getrennte Wicklungen für 250—550 m und 1000—2000 m, der Umschal-

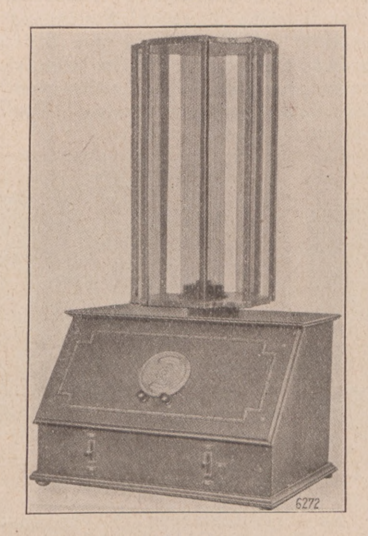


Abb. 2.

ter für den Rahmenbereich ist im Drehpunkt angebracht. Rahmen und Hochfrequenzstufe werden gemeinsam, der Oszillator getrennt abgestimmt; letzterer ist aber koppelbar angeordnet, so daß bis zu einem gewissen Grad wirkliche Einknopfbedienung möglich ist. Fast alle Firmen liefern tragbare Empfänger mit eingebauten Batterien, Rahmen und Lautsprecher. Ein sehr elegantes Modell zeigt die Truphonic Co. (Abb. 3).

Die Tendenz im englischen Empfängerbau heißt: **Einfachheit und Qualität.** Interessant ist es, zu be-

obachten, daß das Publikum genau wie bei uns sich fast ausschließlich nach Reichweite, öfter nach Selektivität, fast nie aber nach der Qualität der Wiedergabe erkundigt. Die British Radio Corp. bringt ein Sechsröhrengerät mit drei Abstimmungen und auch eine Spezialausführung ohne jede Einstellung, wobei man nur auf einen Hebel zu drücken

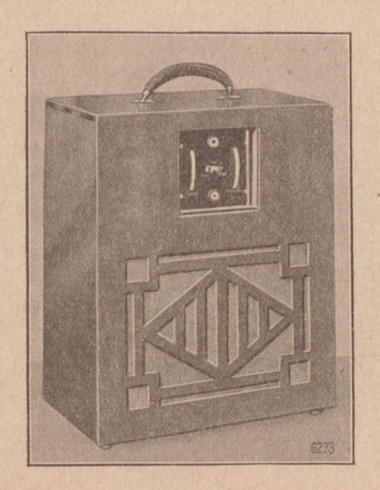


Abb. 3.

braucht und nach Belieben acht verschiedene Sender im Bereich von 200—2000 m im Lautsprecher hat. Die gewünschten acht Stationen können bei Bestellung angegeben werden. Die gezeigten Empfänger sind ausnahmslos nach den neuesten Modellen abgeschirmt. Auffallend ist für alle Geräte der sehr geräumige Aufbau. So wirkt z. B. ein Solodyne-Empfänger für unsere Verhältnisse und Bauweise sehr monströs.

Vielerlei Typen von Hochfrequenztransformatoren sind zu sehen. Sonderbarerweise beginnt man in England jetzt erst den Binocle-Typ einzuführen. Lewcos bringt davon eine auswechselbare Ausführung mit sechs Anschlüssen (Abb. 4). Sogar Hochfrequenzdrosseln in Binocleform sind zu finden. Die besseren Transformer sind alle mit Hochfrequenzlitze gewickelt. Neuartig ist ein Hochfrequenztransformer mit astatischem Feld. Jede Spulenhälfte besitzt noch eine Kurzschlußwicklung aus Widerstandsdraht zur Unschädlichmachung von Störschwingungen kleiner Wellenlänge[1]) (Abb. 5). Unter den vielen Niederfrequenztransformatoren fällt der „Multiformer" auf (Abb. 6). Er besitzt zwei auswechselbare Spulen. Die Einheit läßt

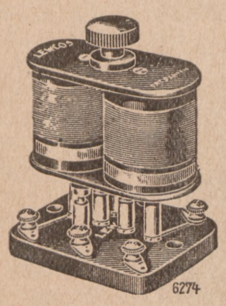


Abb. 4.

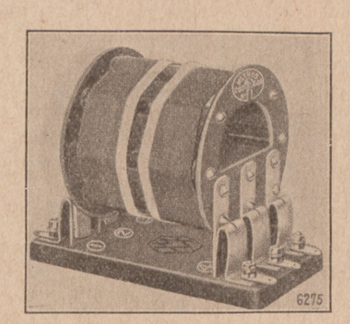


Abb. 5.

sich benutzen als Transformator in verschiedenen Übersetzungen und als Niederfrequenzdrossel.

Netzanschlußgeräte in den verschiedensten Ausführungen mit und ohne Ladeeinrichtung, Empfangsröhren für direkte Heizung vom Netz sind ausgestellt.

Während in Deutschland die Lautsprecher mit Trichter gänzlich verschwunden sind, kann man hier noch viele solche ältere Ausführungen finden. Das Lissenola zeigt eine Kombination eines kleinen Trichters mit einem schwingenden Konus (Abb. 7).

[1]) Eine Dämpfung der Empfangswicklung wird dadurch vermieden, daß die Eigenschwingung der Zusatzwicklung sehr klein ist.

Die B. B. C. hatte einen 11 kW-Rundfunksender ausgestellt, eingebaut in einen blitzblanken großen Käfig, daneben war ein 6 kW-Standardsender zu sehen in sechs Einheiten (Wechselstrom- und Gleichstromteil, Oszillator-Modulator, Steuersender, Hauptsender und Antennenkreis). Auch ein kompletter Kontrollraum für Rundfunkbetrieb war aufgebaut.

Die englischen Kurzwellenamateure hatten eine Versuchsstation mit Kristallsteuerung aufgebaut. Manchen OM konnte man dort begrüßen.

*

Funkausstellung in San Franzisko,

Von

Hans Cohn.

***Palo Alto** (Kalif.), Mitte September.

Dieser Tage fand in San Franzisko die alljährliche Funkschau statt; sie ist die bedeutendste im ganzen Westen Amerikas, wird vom Radiohändlerverband veranstaltet und sowohl von Fabriken, soweit sie hier in Kalifornien liegen, direkt, sonst durch ihre Niederlassungen, als auch von den Großhändlern beschickt.

Die diesjährige Schau war sehr reichhaltig zusammengestellt und gab deshalb einen recht zuverlässigen Überblick über den derzeitigen Stand der Dinge.

Wer mit dem amerikanischen Funkgerät vertraut ist, konnte nur wenige Überraschungen erleben; die technische Entwicklung geht zwar in einem rasenden Tempo, aber

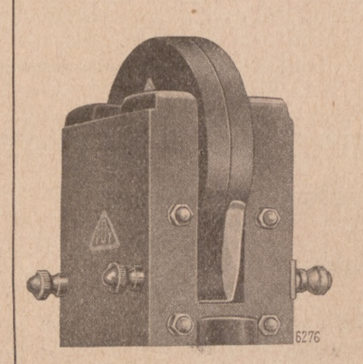


Abb. 6.

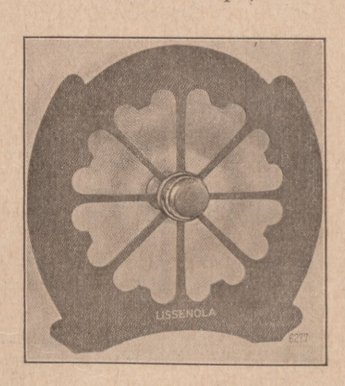


Abb. 7.

doch ganz konsequent und stetig vorwärts. Man hat gewisse Formen gefunden, die fortentwickelt werden: man arbeitet jetzt an der Vervollkommnung der Einzelheiten und an der weiteren Vereinfachung des gesamten Geräts.

Als Leitmotiv der neuen Entwicklung könnte man „Netzanschluß" bezeichnen. Natürlich ist nur Anschluß an die amerikanischen Netze vorgesehen, die fast durchweg 60periodigen Wechselstrom von 110 Volt Spannung liefern. Die Anoden- und Gitterspannungs-Gleichrichtersätze unterscheiden sich wohl nicht wesentlich von den in Deutschland üblichen. Die Heizung erfolgt mit Wechselstrom. Die neuen wechselstromgeheizten Röhren haben sich überraschend schnell durchgesetzt; die Hoch- und Niederfrequenzverstärkerröhren werden direkt mit 1,05 Amp bei 1,5 Volt, die Audionröhren indirekt mit 1,75 Amp bei 2,5 Volt geheizt. Die letzteren erreichen erst nach einer gewissen Anheizdauer ihre volle Wirksamkeit.

Über die Empfänger selbst ist zunächst zu sagen, daß keiner der auf der Schau gezeigten weniger als fünf Röhren verwendet. Allgemein hat man zwei Niederfrequenzstufen; die Anzahl der Hochfrequenzstufen schwankt zwischen den Grenzen zwei und sechs. Der amerikanische Normalempfänger besitzt abgestimmte Hochfrequenzverstärkung; die Kondensatoren werden gemeinsam angetrieben; die Abstimmung des Eingangskreises, der mit der Antenne gekoppelt ist, korrigiert man meist mit einem kleinen Zusatzkondensator. Ich sah auch in einem Fall das Ständerpaket des ersten Kondensators beweglich angeordnet, diese Lösung ist aber unverhältnismäßig kostspielig.

Die Firma Kellog stimmt nach wie vor sämtliche Kreise nicht mit Kondensatoren, sondern mit Variometern ab; die

mehrfache Unterteilung des Wellenbereiches erfordert einen Stufenschalter. Die Methode der Spulenunterteilung gibt eine einfache Möglichkeit, auch die Kopplung mit der Wellenlänge zu verändern. Dieses Gerät soll ausgezeichnet arbeiten; aber der Stufenschalter erscheint mir nicht mehr dem heutigen Stand der Technik angemessen.

Von der nicht abgestimmten Antenne bzw. dem unkorrigierten Eingangskreis ist man fast durchweg wieder abgekommen. Bis vor kurzem war „One dial" die große Mode; heute steigert man lieber die Selektivität des Gerätes und belastet dafür den Benutzer mit der Bedienung auch noch eines zweiten Handgriffs. Atwater-Kent baute bisher ein Sechsröhrengerät mit wirklich nur einem Handgriff (außer Lautstärkeregelung und Ein- und Ausschalter), wobei die erste Röhre ein reines Kopplungselement war; die Antenne war direkt an das Gitter geführt und erst die zweite Röhre arbeitete in einer regelrechten Hochfrequenzverstärkerstufe. Die Firma hat diese Bauart wieder verlassen und ist zum konservativen Prinzip zurückgekehrt.

Mindestens zwei Drittel aller Geräte haben drei Hochfrequenzverstärkerstufen; um diese zu stabilisieren, benutzen viele Neutralisation (doch dieses erst nach der kürzlich erfolgten Patentklärung, die der Radio-Corporation of America endgültig dieselbe Position einbrachte, die Telefunken in Deutschland innehat); viele andere — darunter führende Firmen wie Atwater-Kent, Kolster-Radio — wenden Verlustmethoden an, meist Widerstände vor dem Gitter. Die Firma Freshman will in ihrem „Equaphare" ein ganz neues Stabilisierungsprinzip entwickelt haben; angeblich ist die Röhre stets mit reinem Wirkwiderstand belastet, so daß keine Schwingungen auftreten können. Ich habe den Empfänger nicht prüfen können.

Die Tendenz, alle Stufen sorgfältig gegeneinander abzuschirmen, tritt nicht mehr so stark zutage wie früher. Zum Beispiel schirmt die Firma Stromberg-Carlson, die bisher jede Stufe einschließlich Röhre in einen besonderen Kasten eingebaut hatte, heute nur noch die Spulen durch Metallzylinder ab. Meist begnügt man sich damit, die Spulen so anzuordnen, daß die Kopplung auf ein Minimum reduziert wird. Toroidspulen sah ich nur in dem Gerät der Firma Magnavox; manche verwenden, um möglichst geschlossene magnetische Felder zu erreichen, Spulen von der bekannten D-Form oder — wie die Firma Grebe — Binocular-Spulen, d. h. zwei schlanke Zylinder dicht nebeneinander. Über die Bemessung und Bauweise der Spulen herrscht noch eine gewisse Unsicherheit; die meisten erinnern sich, daß es billiger ist, große Induktivitäten anstatt großer Kondensatoren zu bauen; andererseits fürchtet man die Verluste in den Spulen. Ich sah Zylinderspulen sehr kleinen Durchmessers, wohl um Platz zu sparen; andere wieder verwenden Zylinder von sehr großem Durchmesser und wickeln die Windungen mit Abstand.

Superhets werden nur von R. C. A. gebaut. Sonst sah ich noch einen „Zeitsignalverstärker", der von der herstellenden Firma mit einer Anweisung geliefert wird, wie er vom Käufer selbst zum vollständigen Superhet ausgebaut werden kann, was natürlich nicht verboten ist. Die Firma Remler stellte ihren Infradyne-Empfänger aus, bei dem die Zwischenfrequenzverstärkung auf einer Wellenlänge von 92 m erfolgt. Wohl alle anderen Empfänger benutzen abgestimmte Hochfrequenzverstärkung. Nachdem aber die Anwendung auch dieses Prinzips lizenzpflichtig geworden ist, kann man die baldige Wiederauferstehung des nichtabgestimmten Hochfrequenzverstärkers voraussagen; hier darf man wohl Überraschungen erwarten.

Auf dem Gebiete der Niederfrequenzverstärkung ist man bei der gewohnten transformatorgekoppelten Anordnung geblieben. Der in Deutschland so beliebte widerstandsgekoppelte Verstärker ist nur sehr selten zu sehen.

Das interessanteste für den europäischen Techniker ist, zu beobachten, wie die Amerikaner hochwertige Empfänger als Massenprodukt herzustellen wissen; hier trifft man wirklich auf viele kühne und verblüffende Ideen. Doch führt ein näheres Eingehen darauf über den Rahmen dieses Berichtes hinaus. Ich will in diesem Zusammenhang noch erwähnen, daß jede Firma nur ganz wenige Typen, die meisten nur einen einzigen fabrizieren.

Nun zu den Lautsprechern. Es scheint, daß die elektromagnetischen Typen — wenigstens für mittlere und große Lautstärken — sehr schnell von den elektrodynamischen verdrängt werden, von denen ich ganz hervorragende Wiedergaben gehört habe. Das erforderliche starke Feld bedingt eine sehr große Spule und das Gewicht ist recht erheblich. Die Preise für diese Lautsprecher sind ziemlich hoch. Meist ist ein Kraftverstärker in das Lautsprecherkabinett eingebaut. Kondensator-Lautsprecher habe ich nicht gesehen. Die leichter transportablen und alle billigeren Lautsprecher sind durchweg elektromagnetische Konuslautsprecher und manche — wie der sehr populäre Western-Electric-Lautsprecher — geben ausgezeichnete Resultate. Daneben ist wieder ein Trichterlautsprecher aufgetaucht, ein unförmiges Ungetüm, von der Firma Nataniel Baldwin gebaut. Das System ist elektromagnetisch, das Horn sehr lang und merkwürdig verschlungen, und das Ganze erinnert fast an eine Posaune.

Zahlreiche Firmen stellen auch „pick-ups" her; das sind meist elektromagnetische Systeme für Grammophone, die eine vollkommene Wiedergabe der Schallplatten im Lautsprecher auf dem Umweg über Nadelgeräusch-Filter und Verstärker ermöglichen. In dieser Richtung geht die gegenwärtige Entwicklung der hochwertigen Grammophone; die Resultate, die die modernen orthophonischen Platten im Lautsprecher ergeben, sind verblüffend. Die bekannten Grammophonfirmen Victor und Brunswick arbeiten mit der R. C. A., Columbia mit der Federal-Brandes Inc. (Kolster-Radio) zusammen.

Ein modernes elektro-akustisches Kabinett enthält: Grammophon mit Antriebsmotor, Funkempfänger, Lautsprecher mit Kraftverstärker und Gleichrichter; alles kann direkt vom Lichtnetz betrieben werden.

Kommerzielle Empfänger, Kurzwellenempfänger, Sender u. dgl. waren nicht ausgestellt. Dagegen wurde auf einer glasabgeschlossenen Bühne ununterbrochen Broadcasting-Betrieb vorgeführt, wobei die verschiedenen Sendegesellschaften sich ablösten. Dieser Ausstellungsgegenstand fand sehr lebhaftes Interesse bei den Besuchern, und da in Amerika bei einer derartigen Gelegenheit immer irgendein „Rekord" aufgestellt zu werden pflegt, schickte man diesmal 300 verschiedene Künstler hintereinander vor das Mikrophon.

Auf dem Gebiete der Stromquellen, Ladeeinrichtungen, Meßeinrichtungen und Zubehörteile wurde wenig Neues gezeigt. Die Exide Co. stellt Akkumulatoren zusammengebaut mit Ladegleichrichtern her; die Batterien werden mit Hilfe eines Überwachungsrelais automatisch in geladenem Zustand gehalten.

Die Ausstellung, die hinsichtlich Größe und Aufmachung nicht mit der Berliner zu vergleichen war, hinterließ einen vorzüglichen Eindruck. Die allseitige Liebenswürdigkeit und das gleichmäßig freundliche Entgegenkommen aller Aussteller, die als „business-man" wissen, wie sehr sie dadurch das Geschäft fördern, wirkt bestechend. Ich möchte nicht schließen, ohne zu erwähnen, wie wenig ich von dem in Deutschland so berühmten amerikanischen Bluff gefunden habe, zum mindesten in der Ausstellung; ich sah im ganzen nur zwei Artikel, die nicht verdienten, ernst genommen zu werden. Wieweit dieses vorzügliche Ergebnis auf den Fabrikanten, wieweit auf den Konsumenten beruht, will ich nicht entscheiden.

Das Goldene Abzeichen des D. F. T. V. Auf der Tagung des Deutschen Funktechnischen Verbandes in Jena wurde das Goldene Abzeichen des Deutschen Funktechnischen Verbandes für hervorragende Leistungen auf dem Gebiete des Verbandswesens verliehen an die Herren Regierungsrat Dr. Gehne, Berlin, Oberstleutnant v. Stockmayer, Stuttgart, und Hans Ernst, geschäftsführendes Vorstandsmitglied des Funkvereins Dresden.

18 Millionen Rundfunkempfänger. In einem Bericht der Abteilung für Elektromaterial des amerikanischen Handelsdepartements wird die Zahl sämtlicher augenblicklich in der Welt benutzten Funkempfangsapparate auf 18 Millionen geschätzt. Rund 200 Millionen Empfangsanlagen wären erforderlich, um allen Bewohnern innerhalb des ständigen Rundfunkempfangsgebietes der Erde auf der Grundlage von je fünf Personen für eine Anlage zu genügen. Gegenwärtig unterhalten 57 Länder einen regelmäßigen Rundfunkdienst.

BRIEFE AN DEN „FUNK-BASTLER“

Eine einfache Rechentafel zur Schaltungsberechnung.

Dresden, 28. September.

Zu der in Heft 36, S. 495, veröffentlichten Rechentafel wird mir mitgeteilt, daß bereits 1920 von Prof. Orlich im Archiv für Elektrotechnik, Bd. VIII, S. 183, ein Aufsatz über die beschriebene Rechnungsart erschienen ist mit dem Titel „Eine einfache geometrische Darstellung des harmonischen Mittels“. Daß die Art der Rechentafel („drei Skalen schneiden sich in einem Punkte“) nicht neu ist, ergab sich schon aus dem Hinweis auf Pirani, Göschenband 728, wo die Formel $\frac{1}{c} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$ durch drei reguläre Skalen dargestellt wird, wenn a und b einen Winkel von 120 Grad bilden und Skala c diesen halbiert (vgl. Abb. 1).

Diese Tafel beschreibt Orlich ebenfalls und behandelt dann das Problem etwas ausführlicher, wobei sich weitere interessante Anwendungen ergeben. Er weist dabei darauf hin, daß auch andere Schnittwinkel und verschiedene Maßstäbe benutzt werden können. Es ist klar, daß in diesen Angaben die in Heft 36 gebrachte Rechentafel implicite enthalten ist. Merkwürdigerweise jedoch übersieht Orlich, obwohl er dicht daran streift, die praktisch einfachste Lösung für die Aufzeichnung der Tafel, nämlich, daß die Skalen a und b am zweckmäßigsten senkrecht aufeinander stehen. Dadurch läßt sich, wie bereits gesagt, die ganze Konstruktion auf Millimeter- oder kariertem Papier ausführen und wird beschränkt auf das Ziehen dreier Geraden ohne irgendein weiteres Hilfsmittel, was besonders für den zeichnerisch Ungeübten von Bedeutung ist.

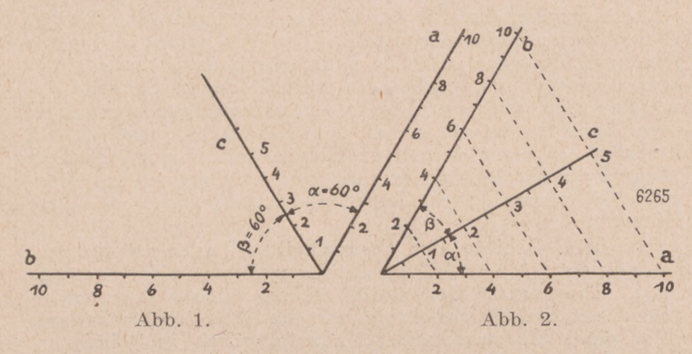


Abb. 1. Abb. 2.

Aus der großen Mannigfaltigkeit der Möglichkeiten empfiehlt Orlich die beiden folgenden als besonders praktisch:

1. ∡ $\alpha = \beta \approx 30°$ (d. h. kleiner als 60°, bereits bei Pirani a. a. O. als günstig bezeichnet wegen der besseren Ablesung der Schnittpunkte). Teilung c wird hierbei jedoch eine andere wie die der beiden (gleichen) Skalen a und b, und wird gefunden durch Ziehen von Parallelen zu a oder b. Orlich schlägt zu diesem Zwecke das Anlegen von Millimeterpapier vor. Als noch genauere Konstruktion empfehle ich in diesem Falle, je zwei gleichbezifferte Punkte der Außenskalen miteinander zu verbinden. Dann ergibt der Schnittpunkt auf der Mittelskala den halben Wert der Punkte auf den Außenskalen (vgl. Abb. 2).

2. Um große Widerstände mit verhältnismäßig kleinen kombinieren zu können, sollen die Winkel α und β verschieden groß gewählt werden, z. B. $\beta = 90°$ und $\sin \alpha = 1/10$; dann erhalten a und b dieselbe Teilung, die Werte b sind aber mit 10 zu multiplizieren. Bei kleinem Winkel α kann man dann nach Orlich die Werte c vereinfacht konstruieren, indem von dem Punkte a Parallelen zu b gezogen werden. Dabei wird ein Faktor $\cos \alpha$ ($\approx 0{,}995$) vernachlässigt, was eine (unbedeutende) Ungenauigkeit von etwa 0,5 % hereinbringt. Als (richtige) Konstruktion für beliebige Winkel α und β wird angegeben, zuerst die Teilung c zu wählen und durch Parallelen zu a bzw. b die Teilpunkte auf b bzw. a zu finden.

Ohne diese Umständlichkeit mit in Kauf nehmen zu müssen und auf die Einfachheit der Konstruktion zu verzichten, ist aber die Rechentafel in Heft 36 auch für das Skalenverhältnis 1 : 10 mathematisch richtig und bedeutet somit einen Fortschritt gegenüber den von Orlich besonders empfohlenen Fällen.

Walter Kittlick.

*

Erfahrungen mit Tropadyne-Eingangsschaltungen.

Bayreuth, 2. Oktober.

Seit etwa drei Jahren habe ich an mehreren Tropadyne-Empfängern gearbeitet und alle möglichen Eingangsschaltungen durchprobiert. Im nachstehenden seien kurz die Erfolge mit den einzelnen Anordnungen wiedergegeben.

1. Ursprüngliche Tropadyneschaltung: Rahmenkreis über kleinen Blockkondensator mit der Mitte des Oszillatorkreises gekoppelt: Große Klangreinheit, gute Lautstärke bei richtig gewähltem Mittelabgriff. Stimmt der Mittelabgriff nicht, so reißt die Überlagerung mit einem scharfen Knack bei exakter Abstimmung ab.

2. Tropadyneschaltung mit kapazitiver Ankopplung des Oszillatorkreises mittels Differentialkondensators: Große Klangreinheit. Lautstärke auch bei Vergrößerung des Differentialkondensators geringer. Schwierigkeiten, wie sie beim Originaltropadyne infolge falsch gewählten Mittelabgriffs auftreten können, sind beseitigt.

3. Tropadyne-Brückenschaltung, angegeben von Dipl.-Ing. Hofmann in Heft 4 des „Funk-Bastler“, Seite 53: Gute Klangreinheit, Lautstärke geringer. Der Erfolg rechtfertigt nicht den Aufwand an Differential und Neutrodon.

4. Tropadyne mit Doppelgitter-Eingangsschaltung: Klangreinheit nur wenig schlechter als bei Tropadyneschaltung 1, Lautstärke größer, so daß Rahmenempfang stärkerer Sender bei gut arbeitender Zwischenfrequenz auch tagsüber im Lautsprecher gewährleistet ist (normale Empfangsverhältnisse).

5. Tropadyne mit Duplex-Binocle-Oszillator: Gute Klangreinheit, Lautstärke erheblich geringer. Auf der Funkausstellung erhielt ich am Ausstellungsstand der Funkfabrikate die Auskunft, daß der Duplex-Binocle-Oszillator nicht mehr hergestellt wird. Für die Doppelgittereingangsschaltung hat sich der Duplex-Binocle-Oszillator als ungeeignet erwiesen, da die Rückkopplung beider Spulensätze für die bisher gelieferten Doppelgitterröhren RE 072 und 073d viel zu klein ist.

Die Möglichkeiten der Eingangsschaltung des Tropadyne sind von Dipl.-Ing. Hofmann in Heft 4 des „Funk-Bastler“ eingehend behandelt.

Den Tropadyne mit Mittelabgriff hat Herr Hötzel in Heft 23 und ich in Heft 40 des „Funk-Bastler“, Jahr 1926, ausführlich beschrieben.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Eingangsschaltung mit Doppelgitterröhre die wenigsten Schwierigkeiten bereitet und auch bei Rahmenempfang bei richtig arbeitendem Zwischenfrequenzverstärker sehr gute Erfolge liefert. Der Aufbau ist auch für kurze und lange Wellen bei Verwendung eines vierteiligen Stufenschalters nicht besonders kompliziert. Als Spulen können Zylinder oder Ledionspulen Verwendung finden. Als Röhre hat sich die RE 073d als besonders geeignet erwiesen. (RE 072d und die frühere RE 82 schwingen zu schwer an.) Die Rückkopplung muß ziemlich fest gemacht werden.

L. Rummel.

*

Die Hochantenne als Blitzabfänger.

Gelsenkirchen, Ende September.

In meiner Nachbarschaft in Gelsenkirchen ist eine Hochantenne an einem Schornstein angebracht, daneben befindet sich ein zweiter Schornstein ohne Antenne. Vor einiger Zeit ging ein schweres Gewitter über unserer Stadt nieder, wobei der Blitz in den Schornstein ohne Antenne schlug. Ziegelsteine wurden auf die Straße geschleudert, und ein im unteren Stockwerk befindliches Barbiergeschäft war im Augenblick voller Ruß. Sonstige Schäden sind glücklicherweise nicht entstanden.

Hierdurch ist einwandfrei festgestellt, daß eine ordnungsgemäß ausgeführte Empfangsanlage mit Hochantenne als Blitzgefahr nicht in Frage kommt. Ich möchte daher diesen Fall zum Anlaß nehmen und allen Hausbesitzern gegenüber noch einmal die Tatsache betonen, daß eine gut geerdete Antenne stets Schutz gegen Blitzschlag gewährt.

Ich habe mehrere Antennen an meinem Hause und würde auf Antrag meiner Mieter trotzdem die Anlage weiterer Antennen gestatten.

P. S., Hauseigentümer.

Verantwortl. Hauptschriftleiter: Ludwig Kapeller, Berlin-Schöneberg. — Druck: Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 68.
Zuschriften an die Schriftleitung (Manuskripte, Anfragen usw.) nur nach Berlin SW 68, Kochstr. 9. Fernruf: Hasenheide 2495.
Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 88378, Sonderkonto „Funk“.